

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Takumi AKATSUKA, et al.

GAU:

SERIAL NO: 10/660,635

EXAMINER:

FILED: September 12, 2003

FOR: METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING SHAPE OF TUBULAR BODY

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☒ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):

Application No.

Date Filed

60/413,439

September 26, 2002

60/421,079

October 25, 2002

60/447,745

February 19, 2003

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
JAPAN	2002-266651	September 12, 2002
JAPAN	2002-289933	October 2, 2002
JAPAN	2002-296382	October 9, 2002
JAPAN	2003-009014	January 17, 2003
JAPAN	2003-031281	February 7, 2003
JAPAN	2003-054126	February 28, 2003
JAPAN	2003-105558	April 9, 2003
JAPAN	2003-193624	July 8, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Masayasu Mori

Registration No. 47,301

Customer Number

22850

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 1 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 6 6 6 5 1
Application Number:

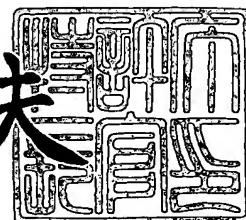
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 6 6 6 5 1]

出 願 人 昭 和 電 工 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 2 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P20020174

【提出日】 平成14年 9月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 21/00

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県小山市犬塚 1 丁目 4 8 0 番地 昭和電工株式会社
小山事業所内

【氏名】 赤塚 巧

【発明者】

【住所又は居所】 栃木県小山市犬塚 1 丁目 4 8 0 番地 昭和電工株式会社
小山事業所内

【氏名】 金井 奏

【特許出願人】

【識別番号】 000002004

【氏名又は名称】 昭和電工株式会社

【代理人】

【識別番号】 100071168

【弁理士】

【氏名又は名称】 清水 久義

【選任した代理人】

【識別番号】 100099885

【弁理士】

【氏名又は名称】 高田 健市

【選任した代理人】

【識別番号】 100099874

【弁理士】

【氏名又は名称】 黒瀬 靖久

【選任した代理人】

【識別番号】 100114764

【弁理士】

【氏名又は名称】 小林 正樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001694

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 管体の形状測定方法、同装置、管体の検査方法、同装置、管体の製造方法および同システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記管体の外側であって、前記管体の周方向について固定された少なくとも 1 の位置において、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定方法。

【請求項 2】 前記一对の基準部は、前記管体の使用時における支持予定位置に当接させることを特徴とする請求項 1 に記載の管体の形状測定方法。

【請求項 3】 前記一对の基準部は、前記管体の内周面にそれぞれ略点接触状態で当接させることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の管体の形状測定方法。

【請求項 4】 前記一对の基準部は、水平方向に並べて配置されたことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 5】 前記一对の基準部は、鉛直方向に並べて配置されたことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 6】 前記変位量の検出位置には、前記管体の内周面と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置のうち、少なくとも 1 の位置を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 7】 管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記管体の内周面と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想

的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する少なくとも 1 の位置において、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定方法。

【請求項 8】 前記変位量の検出位置には、前記管体の外側から前記一对の基準部に対峙する位置以外の位置を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 9】 前記変位量の検出位置には、前記管体の外側の複数の位置を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 1 0】 前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が異なる複数の位置を含むことを特徴とする請求項 9 記載の管体の形状測定方法。

【請求項 1 1】 前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が一致し、周方向位置が異なる複数の位置を含むことを特徴とする請求項 9 または 1 0 に記載の管体の形状測定方法。

【請求項 1 2】 前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が一致し、周方向位置が半周分異なる 2 つの位置を含むことを特徴とする請求項 9 ～ 1 1 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 1 3】 前記変位量の検出位置には、前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置を含むことを特徴とする請求項 9 ～ 1 2 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 1 4】 管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、

前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置と、前記管体と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置であって、前記一对の基準部に対峙する位置以外の少なくとも 1 の位置とにおいて、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定方法。

【請求項 1 5】 管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、

前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ

、
前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置と、この位置と周方向位置が半周分異なる位置と、前記管体と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置であって、前記一对の基準部に対峙する位置以外の少なくとも 1 の位置とにおいて、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定方法。

【請求項 1 6】 前記管体の回転は、1 回転以上とすることを特徴とする請求項 1 ～ 1 5 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 1 7】 前記変位量の検出は、前記管体を回転させる全期間または一部期間において連続的に行うことを特徴とする請求項 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 1 8】 前記変位量の検出は、前記管体を回転させる間に断続的に行うことを特徴とする請求項 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 1 9】 前記管体の回転は断続的に停止させ、前記変位量の検出は、前記管体の回転が停止しているときに行うことを特徴とする請求項 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 2 0】 前記変位量の検出は、前記管体の外周面に接触する検出器を用いて行うことを特徴とする請求項 1 ～ 1 9 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 2 1】 前記変位量の検出は、前記管体の外周面と接触しない検出器を用いて行うことを特徴とする請求項 1 ～ 1 9 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 2 2】 前記変位量の検出は、前記管体に対してその外側から光を照射し、前記管体によって遮られず透過した光を検出することによって行うことを特徴とする請求項 2 1 記載の管体の形状測定方法。

【請求項 2 3】 前記管体は感光ドラム素管であることを特徴とする請求項

1 ～ 2 2 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【請求項 2 4】 請求項 1 ～ 2 3 のいずれかに記載の管体の形状測定方法により管体の形状を測定し、この測定結果に基づいて、前記管体の形状が予め設定された所定の許容範囲内にあるか否かを検査することを特徴とする管体の検査方法。

【請求項 2 5】 管体を製管し、請求項 2 4 に記載の管体の検査方法により前記管体の形状を検査し、この検査結果において前記管体の形状が前記所定の許容範囲内にある場合には、その管体を完成品と判定することを特徴とする管体の製造方法。

【請求項 2 6】 管体の両側端部近傍の内周面にそれぞれ当接する一対の基準部と、

前記管体の外側に設けられ、前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出する少なくとも 1 の変位検出器と、を備え、

前記変位検出器は、前記一対の基準部が前記管体の内周面に当接した状態のまま、前記管体側の前記一対の基準部との当接部分が周方向にずれていくように前記管体が回転したときに、この管体の回転に伴う変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定装置。

【請求項 2 7】 請求項 2 6 記載の管体の形状測定装置と、前記変位検出器によって検出された前記変位量に基づいて、前記管体の形状が予め設定された所定の許容範囲内にあるか否かを検査する比較手段とを備えたことを特徴とする管体の検査装置。

【請求項 2 8】 管体を製管する製管装置と、
請求項 2 7 記載の管体の検査装置と、
前記検査装置による検査結果において前記管体の形状が前記所定の許容範囲内にある場合には、その管体を完成品と判定する合否判定手段と、
を備えたことを特徴とする管体の製造システム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、たとえば複写機の感光ドラム素管等の管体の形状測定方法、同装置、管体の検査方法、同システム、管体の製造方法および同システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

各種機械装置において回転部品等として使用される管体には、その形状精度を測定することが求められる場合がある。たとえば、複写機等の電子写真システムに用いられる感光ドラム素管では、高い形状精度を確保するため、製管工程後の管体に対して形状測定が行われている。

【0003】

このような形状測定方法として、図23、図24に示す方法がある。この方法は、管体10の両端近傍の外周面12を基準ローラ91で支持しておき、管体90外周面の長手方向中央部の、たとえば3箇所に変位測定器92を当接させる。そして、前記基準ローラ91の回転により管体90を回転させたときの前記変位測定器92の検出値の変化量から、この回転に伴う管体90外周面の長手方向中央部の変位量を測定するというものである。こうして得られる変位量は、管体90の端部近傍外周面を基準とした中央部外周面のフレが表れている。

【0004】

また、管体90がその両側の内周面で回転支持される場合には、管体90の肉厚分布（偏肉の程度）も回転精度に影響を与える。このため、高い形状精度が求められる場合には、肉厚測定器等により管体90の最大肉厚および最小肉厚を求めて偏肉の程度も合わせて評価することが考えられる。

【0005】

また、特開平11-271008号、特開昭63-131018号、特開2001-336920号、特開平8-141643号、特開平11-63955、特開平3-113114号、特開2000-292161号、特開平2-275305号等には、管体の形状を測定する種々の技術が開示されている。

【0006】

【特許文献1】

特開平11-271008号公報

【0 0 0 7】

【特許文献 2】

特開昭 6 3 - 1 3 1 0 1 8 号公報

【0 0 0 8】

【特許文献 3】

特開 2 0 0 1 - 3 3 6 9 2 0 号公報

【0 0 0 9】

【特許文献 4】

特開平 8 - 1 4 1 6 4 3 号公報

【0 0 1 0】

【特許文献 5】

特開平 1 1 - 6 3 9 5 5 号公報

【0 0 1 1】

【特許文献 6】

特開平 3 - 1 1 3 1 1 4 号公報

【0 0 1 2】

【特許文献 7】

特開 2 0 0 0 - 2 9 2 1 6 1 号公報

【0 0 1 3】

【特許文献 8】

特開平 2 - 2 7 5 3 0 5 号公報

【0 0 1 4】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した図 2 3，図 2 4 の管体 9 0 の外周面のフレ測定と肉厚測定器等を用いた肉厚の測定による管体の形状測定方法によると、以下の問題がある。

【0 0 1 5】

①すなわち、外周面のフレの測定と肉厚の測定をそれぞれ別個の測定器によって行うため、測定器の機器バラツキ、それを使用する測定者の測定器の使い方に

起因する誤差、さらに測定者間のバラツキ等が累積されてしまい、高い測定精度を得にくい。

【0016】

②また、外周面のフレと肉厚の分布は互いに幾何学的に相殺される場合があるにもかかわらず、これらを別個に測定しているために、このような場合を考慮することができず、結果として過剰品質を要求することになっている可能性もある。

【0017】

また、上述した種々の公開特許には、そのいずれにも簡便かつ高精度に管体の外周面のフレを測定する技術についての開示がない。

【0018】

また、従来の真円度計測器を用いた管体の形状測定方法も考えられるが、この場合、管体が置かれる測定テーブルの回転軸と測定対象である管体の中心軸位置を合わせる芯出し、および測定テーブルの回転軸と管体の中心軸とを平行に合わせる水平出しを、各管体ごとに繰り返し行うことが必要であり、非常に時間と手間がかかるという問題がある。

【0019】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、簡素にかつ高い精度で管体の形状を測定できる管体の形状測定方法、同装置、またそのような管体の検査方法、同システム、さらにそのような管体の製造方法および同システムを提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明は、下記の手段を提供する。すなわち、

(1) 管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、

前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、

前記管体の外側であって、前記管体の周方向について固定された少なくとも1

の位置において、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定方法。

【 0 0 2 1 】

(2) 前記一对の基準部は、前記管体の使用時における支持予定位置に当接させることを特徴とする前項 1 に記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 2 2 】

(3) 前記一对の基準部は、前記管体の内周面にそれぞれ略点接触状態で当接させることを特徴とする前項 1 または 2 に記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 2 3 】

(4) 前記一对の基準部は、水平方向に並べて配置されたことを特徴とする前項 1 ～ 3 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 2 4 】

(5) 前記一对の基準部は、鉛直方向に並べて配置されたことを特徴とする前項 1 ～ 3 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 2 5 】

(6) 前記変位量の検出位置には、前記管体の内周面と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置のうち、少なくとも 1 の位置を含むことを特徴とする前項 1 ～ 5 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 2 6 】

(7) 管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、
前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ

、
前記管体の内周面と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する少なくとも 1 の位置において、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定方法。

【 0 0 2 7 】

(8) 前記変位量の検出位置には、前記管体の外側から前記一对の基準部に対峙する位置以外の位置を含むことを特徴とする前項 1 ～ 7 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 2 8 】

(9) 前記変位量の検出位置には、前記管体の外側の複数の位置を含むことを特徴とする前項 1 ～ 8 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 2 9 】

(10) 前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が異なる複数の位置を含むことを特徴とする前項 9 記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 3 0 】

(11) 前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が一致し、周方向位置が異なる複数の位置を含むことを特徴とする前項 9 または 10 に記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 3 1 】

(12) 前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が一致し、周方向位置が半周分異なる 2 つの位置を含むことを特徴とする前項 9 ～ 11 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 3 2 】

(13) 前記変位量の検出位置には、前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置を含むことを特徴とする前項 9 ～ 12 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 3 3 】

(14) 管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、
前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、
前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置と、前記管体と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置であって、前記一对の基準部に対峙

する位置以外の少なくとも 1 の位置とにおいて、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定方法。

【0 0 3 4】

(1 5) 管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、
前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ

、
前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置と、この位置と周方向位置が半周分異なる位置と、前記管体と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置であって、前記一对の基準部に対峙する位置以外の少なくとも 1 の位置とにおいて、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定方法。

【0 0 3 5】

(1 6) 前記管体の回転は、1 回転以上とすることを特徴とする前項 1 ～ 1 5 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【0 0 3 6】

(1 7) 前記変位量の検出は、前記管体を回転させる全期間または一部期間において連続的に行うことを特徴とする前項 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【0 0 3 7】

(1 8) 前記変位量の検出は、前記管体を回転させる間に断続的に行うことを特徴とする前項 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【0 0 3 8】

(1 9) 前記管体の回転は断続的に停止させ、前記変位量の検出は、前記管体の回転が停止しているときに行うことを特徴とする前項 1 ～ 1 6 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【0 0 3 9】

(2 0) 前記変位量の検出は、前記管体の外周面に接触する検出器を用いて

行うことを特徴とする前項 1 ～ 1 9 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 4 0 】

(2 1) 前記変位量の検出は、前記管体の外周面と接触しない検出器を用いて行うことを特徴とする前項 1 ～ 1 9 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 4 1 】

(2 2) 前記変位量の検出は、前記管体に対してその外側から光を照射し、前記管体によって遮られず透過した光を検出することによって行うことを特徴とする前項 2 1 記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 4 2 】

(2 3) 前記管体は感光ドラム素管であることを特徴とする前項 1 ～ 2 2 のいずれかに記載の管体の形状測定方法。

【 0 0 4 3 】

(2 4) 前項 1 ～ 2 3 のいずれかに記載の管体の形状測定方法により管体の形状を測定し、この測定結果に基づいて、前記管体の形状が予め設定された所定の許容範囲内にあるか否かを検査することを特徴とする管体の検査方法。

【 0 0 4 4 】

(2 5) 管体を製管し、前項 2 4 に記載の管体の検査方法により前記管体の形状を検査し、この検査結果において前記管体の形状が前記所定の許容範囲内にある場合には、その管体を完成品と判定することを特徴とする管体の製造方法。

【 0 0 4 5 】

(2 6) 管体の両側端部近傍の内周面にそれぞれ当接する一对の基準部と、前記管体の外側に設けられ、前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出する少なくとも 1 の変位検出器と、を備え、

前記変位検出器は、前記一对の基準部が前記管体の内周面に当接した状態のまま、前記管体側の前記一对の基準部との当接部分が周方向にずれていくように前記管体が回転したときに、この管体の回転に伴う変位量を検出することを特徴とする管体の形状測定装置。

【 0 0 4 6 】

(2 7) 前項 2 6 記載の管体の形状測定装置と、前記変位検出器によって検

出された前記変位量に基づいて、前記管体の形状が予め設定された所定の許容範囲内にあるか否かを検査する比較手段とを備えたことを特徴とする管体の検査装置。

【0047】

(28) 管体を製管する製管装置と、
前項27記載の管体の検査装置と、
前記検査装置による検査結果において前記管体の形状が前記所定の許容範囲内にある場合には、その管体を完成品と判定する合否判定手段と、
を備えたことを特徴とする管体の製造システム。

【0048】

本発明にかかる管体の形状測定方法は、管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記管体の外側であって、前記管体の周方向について固定された少なくとも1の位置において、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とするものである。

【0049】

このような測定方法によると、内周面を基準とした外周面のフレが測定される。すなわち、測定される外周面のフレには管体の偏肉の影響が加味されたものとなっている。

【0050】

したがって、内周面を回転支持される用途に供される管体に対して、その使用状態に近似した測定を行うことができる。

【0051】

また、測定される外周面のフレには偏肉の影響が加味されているから、管体の肉厚を別途測定する場合のような測定機器バラツキの累積や過剰品質の要求を防止できる。

【0052】

また、測定される外周面のフレには偏肉の影響が加味されているから、測定の

短時間化を図ることができる。

【 0 0 5 3 】

また、内周面側に基準を当接させて外周面側を計測するだけであるから、簡素な構成で実現でき、測定誤差の累積を可及的に低減して、形状測定の高い精度を得ることができる。

【 0 0 5 4 】

また、内周面側には基準部を当接させることができればよいので、内径の小さい管体の形状測定にも好適に採用することができる。

【 0 0 5 5 】

なお、前記基準部の位置は、管体の外周面の変位量を検出するために管体を回転させる間だけ固定されればよく、たとえば管体を形状測定を行う装置等にセットするとき等には可動でもよい。また、基準部はその位置が固定されればよく、回転するなどにより、その姿勢は変化してもよい。

【 0 0 5 6 】

また、このような測定方法においては、前記一对の基準部は、前記管体の使用時における支持予定位置に当接させることが望ましい。

【 0 0 5 7 】

このようにすると、管体の実際の使用時に回転動作等の基準となる部分を基準として形状測定することができるため、より実際に即した測定を行うことができる。

【 0 0 5 8 】

また、前記一对の基準部は、前記管体の内周面にそれぞれ略点接触状態で当接させることが望ましい。

【 0 0 5 9 】

このようにすると、測定基準を明確に特定した形状測定を行うことができる。

【 0 0 6 0 】

また、前記一对の基準部は、水平方向に並べて配置することができる。

【 0 0 6 1 】

このようにすると、管体はその軸方向を略水平にした姿勢となるが、管体がこ

の姿勢で使用される場合には、その使用時に近似した測定結果を得ることができる。

【0 0 6 2】

また、前記一对の基準部は、鉛直方向に並べて配置することができる。

【0 0 6 3】

このようにすると、重力により管体の軸方向中央部がたわむことを防止して、管体本来の形状を測定することができる。

【0 0 6 4】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の内周面と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置のうち、少なくとも 1 の位置を含むことが望ましい。

【0 0 6 5】

前記仮想的な直線に管体の外側から対峙する位置は、管体の外周面の半径方向の変位量が、管体の回転中心位置のずれの影響を最も受けにくい位置であるため、このような位置を変位量の検出位置に含めば、管体の回転中心位置にずれが生じた場合であっても、安定した測定を行うことができ、高い信頼性を有する測定結果を得ることができる。

【0 0 6 6】

また、本発明にかかる管体の形状測定方法は、管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記管体の内周面と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する少なくとも 1 の位置において、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とするものである。

【0 0 6 7】

このような管体の形状測定方法によると、内周面を基準とした外周面のフレが測定される。すなわち、測定される外周面のフレには管体の偏肉の影響が加味されたものとなっている。そして、前記仮想的な直線に管体の外側から対峙する位

置は、管体の外周面の半径方向の変位量が、管体の回転中心位置のずれの影響を最も受けにくい位置であるため、このような位置を変位量の検出位置としたことにより、管体の回転中心位置にずれが生じた場合であっても、安定した測定を行うことができ、高い信頼性を有する測定結果を得ることができる。

【 0 0 6 8 】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の外側から前記一对の基準部に対峙する位置以外の位置を含むことが望ましい。

【 0 0 6 9 】

このようにすると、管体の肉厚を加味した外周面の変位量を測定することができる。

【 0 0 7 0 】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の外側の複数の位置を含むことが望ましい。

【 0 0 7 1 】

このようにすると、管体の外側の複数の位置における外周面のフレを測定することができ、これらを組み合わせることで管体の形状をより具体的に把握することができる。

【 0 0 7 2 】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が異なる複数の位置を含むことが望ましい。

【 0 0 7 3 】

このようにすると、管体の軸方向位置が異なる複数の位置において外周面のフレを測定することができ、これらを組み合わせることで管体の軸方向についての形状の変化を把握することができる。

【 0 0 7 4 】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が一致し、周方向位置が異なる複数の位置を含むことが望ましい。

【 0 0 7 5 】

このようにすると、これら複数の位置で検出される変位量を組み合わせること

により、この軸方向位置における管体の断面形状をより具体的に把握することができる。

【0 0 7 6】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が一致し、周方向位置が半周分異なる 2 つの位置を含むことが望ましい。

【0 0 7 7】

このようにすると、これら 2 つの位置において検出される変位量を組み合わせることにより、これら 2 つの位置を通る管体の直径を求めることができ、これにより、より具体的に管体の形状を把握することができる。

【0 0 7 8】

また、前記変位量の検出位置には、前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置を含むことが望ましい。

【0 0 7 9】

このようにすると、基準部と当接している部分における管体の肉厚を検出することができる。そして、この肉厚を他の検出位置における検出結果と組み合わせることで、より具体的に管体の形状を把握することができる。たとえば、管体の両端近傍の外周面を基準として他の部位の外周面の変位を計測する従来の検査に準じた検査結果も算出することが可能である。

【0 0 8 0】

また、本発明にかかる管体の形状測定方法は、管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置と、前記管体と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置であって、前記一对の基準部に対峙する位置以外の少なくとも 1 の位置とにおいて、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とするものである。

【0 0 8 1】

このような管体の形状測定方法によると、基準部に対峙する位置の外周面の変位量から基準部と当接している部分における管体の肉厚を検出することができる。また、前記仮想的な直線に対峙する位置の外周面の変位量から、管体の内周面を基準とした外周面のフレ、すなわち、管体の偏肉の影響が加味された外周面のフレを測定することができる。とくに前記仮想的な直線に管体の外側から対峙する位置は、管体の外周面の半径方向の変位量が、管体の回転中心位置のずれの影響を最も受けにくい位置であるため、このような位置を変位量の検出位置としたことにより、管体の回転中心位置にずれが生じた場合であっても、安定した測定を行うことができ、高い信頼性を有する測定結果を得ることができる。そして、こうして検出された管体の肉厚と管体の偏肉の影響が加味された外周面のフレと組み合わせることで、より具体的に管体の形状を把握することができる。たとえば、管体の両端近傍の外周面を基準として他の部位の外周面の変位を計測する従来の検査に準じた検査結果も算出することが可能である。

【 0 0 8 2 】

また、本発明にかかる管体の形状測定方法は、管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置と、この位置と周方向位置が半周分異なる位置と、前記管体と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置であって、前記一对の基準部に対峙する位置以外の少なくとも 1 の位置とにおいて、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出することを特徴とするものである。

【 0 0 8 3 】

このような管体の形状測定方法によると、基準部に対峙する位置の外周面の変位量から基準部と当接している部分における管体の肉厚を検出することができる。また、この基準部に対峙する位置の外周面の変位量と、この位置と周方向位置が半周分異なる位置の変位量とからこれら 2 つの位置を通る管体の直径を求めることができる。また、前記仮想的な直線に対峙する位置の外周面の変位量から、

管体の内周面を基準とした外周面のフレ、すなわち、管体の偏肉の影響が加味された外周面のフレを測定することができる。とくに前記仮想的な直線に管体の外側から対峙する位置は、管体の外周面の半径方向の変位量が、管体の回転中心位置のずれの影響を最も受けにくい位置であるため、このような位置を変位量の検出位置としたことにより、管体の回転中心位置にずれが生じた場合であっても、安定した測定を行うことができ、高い信頼性を有する測定結果を得ることができる。そして、こうして検出された管体の肉厚と、管体の直径と、管体の偏肉の影響が加味された外周面のフレと組み合わせることで、より具体的に管体の形状を把握することができる。たとえば、管体の両端近傍の外周面を基準として他の部位の外周面の変位を計測する従来の検査に準じた検査結果も算出することが可能である。

【 0 0 8 4 】

また、前記管体の回転は、1 回転以上とすることが望ましい。

【 0 0 8 5 】

このようにすると、管体の周方向について全周の形状を検出することができる。

【 0 0 8 6 】

また、前記変位量の検出は、前記管体を回転させる全期間または一部期間において連続的に行うことができる。

【 0 0 8 7 】

このようにすると、管体の周方向について局所的な形状変化も検出することができる。

【 0 0 8 8 】

また、前記変位量の検出は、前記管体を回転させる間に断続的に行うこととしてもよい。

【 0 0 8 9 】

このようにすると、管体の外周面の変位量を簡易に検出することができる。

【 0 0 9 0 】

また、前記管体の回転は断続的に停止させ、前記変位量の検出は、前記管体の

回転が停止しているときに行うようにしてもよい。

【0 0 9 1】

このようにすると、管体の外周面の変位量について安定した検出ができる。

【0 0 9 2】

また、前記変位量の検出は、前記管体の外周面に接触する検出器を用いて行うこととしてもよい。

【0 0 9 3】

このようにすると、管体の外周面の変位量について確実な検出ができる。

【0 0 9 4】

また、前記変位量の検出は、前記管体の外周面と接触しない検出器を用いて行うこととしてもよい。

【0 0 9 5】

このようにすると、管体の外周面を傷めるおそれなく、管体の外周面の変位量を検出することができる。

【0 0 9 6】

また、前記変位量の検出は、前記管体に対してその外側から光を照射し、前記管体によって遮られず透過した光を検出することによって行うことができる。

【0 0 9 7】

このようにすれば、管体の外周面の変位量を容易かつ正確に検出することができる。

【0 0 9 8】

また、上記の管体の形状測定方法を好適に適用できる管体としては、具体的には、たとえば感光ドラム素管を挙げることができる。

【0 0 9 9】

また、本発明にかかる管体の検査方法は、上記のいずれかに記載の管体の形状測定方法により管体の形状を測定し、この測定結果に基づいて、前記管体の形状が予め設定された所定の許容範囲内にあるか否かを検査することを特徴とするものである。

【0 1 0 0】

このような管体の検査方法によると、管体の形状が許容範囲内にあるか否かを判別することができる。

【0 1 0 1】

また、本発明にかかる管体の製造方法は、管体を製管し、上記の管体の検査方法により前記管体の形状を検査し、この検査結果において前記管体の形状が前記所定の許容範囲内にある場合には、その管体を完成品と判定することを特徴とするものである。

【0 1 0 2】

このような管体の製造方法によると、過剰品質に陥ることなく、必要十分な形状精度を持った管体を提供することができる。

【0 1 0 3】

また、本発明にかかる管体の形状測定装置は、管体の両側端部近傍の内周面にそれぞれ当接する一对の基準部と、前記管体の外側に設けられ、前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出する少なくとも 1 の変位検出器と、を備え、前記変位検出器は、前記一对の基準部が前記管体の内周面に当接した状態のまま、前記管体側の前記一对の基準部との当接部分が周方向にずれていくように前記管体が回転したときに、この管体の回転に伴う変位量を検出することを特徴とするものである。

【0 1 0 4】

このような管体の形状測定装置によると、内周面を基準とした外周面のフレが測定される。すなわち、測定される外周面のフレは、たとえば測定対象である管体が内周面を回転支持される場合等における、管体の偏肉の影響が加味されたものとなっている。したがって、このような用途に供される管体に対してその使用状態に近似した測定を行うことができる。また、測定される外周面のフレには偏肉の影響が加味されているから、管体の肉厚を別途測定する場合のような測定機器バラツキの累積や過剰品質の要求を防止できる。また、測定される外周面のフレには偏肉の影響が加味されているから、測定の短時間化を図ることができる。また、内周面側に基準を当接させて外周面側を計測するだけであるから、簡素な構成で実現でき、測定誤差の累積を可及的に低減して、形状測定の高い精度を得

ることができる。また、内周面側には基準部を当接させることができればよいので、内径の小さい管体の形状測定にも好適に採用することができる。

【0 1 0 5】

また、本発明にかかる管体の検査装置は、上記の管体の形状測定装置と、前記変位検出器によって検出された前記変位量に基づいて、前記管体の形状が予め設定された所定の許容範囲内にあるか否かを検査する比較手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0 1 0 6】

このような管体の検査装置によると、管体の形状が許容範囲内にあるか否かを判別することができる。

【0 1 0 7】

また、本発明にかかる管体の製造システムは、管体を製管する製管装置と、上記の管体の検査装置と、前記検査装置による検査結果において前記管体の形状が前記所定の許容範囲内にある場合には、その管体を完成品と判定する合否判定手段と、を備えたことを特徴とするものである。

【0 1 0 8】

このような管体の製造システムによると、過剰品質に陥ることなく、必要十分な形状精度を持った管体を提供することができる。

【0 1 0 9】

【発明の実施の形態】

（測定原理）

以下、本発明にかかる管体の形状測定方法および装置について実施形態に基づいて説明するが、まず、その測定原理について模式的な説明図を参照しながら説明する。

【0 1 1 0】

図 1 は本発明にかかる管体の形状測定方法の原理を示す正面断面図、図 2 は同じく側面断面図、図 3 は同じく斜視図、図 4 は形状測定対象である管体（ワーク）の使用状態を示す説明斜視図、図 5 は本発明にかかる管体の形状測定方法における変位量の検出位置の説明図である。

【0111】**<管体>**

本発明における形状測定対象としての管体は、内周面および外周面とも各断面において円をなす円筒形状のものを想定している。さらに、この実施形態において例示する管体（ワーク）10は、図4に示すように、その両端の内側に挿入されるフランジ80、80によって内側から支持され、適宜回転させて使用されるものである。このフランジ80、80が管体10に接触して、管体10を回転支持する位置は、たとえば管体10の両端から幅dだけ内側に至る領域S（図4中にハッチングを施した領域）となっている。

【0112】

このような管体（ワーク）10の素材は、たとえばアルミニウム合金等を挙げることができる。ただし、これに限定されるものではなく、各種金属や合成樹脂等であってもよい。

【0113】

また、その製造方法としては、後述するように、押出成形および引き抜き成形の組み合わせを挙げることができる。ただし、これに限定されるものではなく、押出成形、引き抜き成形、鋳造、鍛造、射出成形、またはこれらの組み合わせなど、管体を製管できる方法であればよい。

【0114】

このような管体10としては、具体的には、電子写真システムを採用した複写機やプリンタ等における感光ドラム素管を挙げることができる。

【0115】**<全体概略>**

図1～図3に示すように、本発明にかかる管体の形状測定方法は、このような管体（ワーク）10に対して、その両側端部近傍の内周面11に一对の基準部20、20を当接させ、この状態で管体10を回転させたときに、管体10の外側に配置された変位検出器30…によって管体10の外周面12の半径方向の変位量を検出するものである。

【0116】

なお、管体 1 0 の回転は、測定作業者が手で管体 1 0 をつかんで回転させても、図示しない駆動ローラ等を管体 1 0 に接触させて回転させても、あるいは他の任意の方法で回転させてもよい。また、管体 1 0 の回転の中心は、およそ管体 1 0 の管形状の軸心に相当する位置である。

【0 1 1 7】

<基準部>

一对の基準部 2 0, 2 0 は、少なくとも管体 1 0 を回転させるときには、その位置が固定され、管体 1 0 との当接部分は、管体 1 0 の内周面 1 1 上で周方向にずれていくことになる。管体 1 0 は、この一对の基準部 2 0, 2 0 によって、少なくとも回転するときは位置決めされ、形状測定の基準が定められる。

【0 1 1 8】

ここでは、この一对の基準部 2 0, 2 0 は、管体 1 0 の実際の使用時における支持予定位置（図 4 でハッチングを施した領域 S 内）で、管体 1 0 と当接している。これにより管体 1 0 が実際に使用されるときに回転動作の基準となる部分を、形状測定における基準とすることができ、より実際に即した測定を実現することができる。

【0 1 1 9】

また、この一对の基準部 2 0, 2 0 は球体状に形成され、管体 1 0 の内周面 1 1 にそれぞれ略点接触状態で当接している。これにより、形状測定の基準位置を明確に特定することができる。

【0 1 2 0】

<変位検出器>

変位検出器 3 0 …は、管体 1 0 の外側に配置されており、少なくとも管体 1 0 を回転させるときには、管体 1 0 の周方向についての位置（変位量の検出位置 3 1 …, 3 2 …）が固定されるようになっている。すなわち、管体 1 0 を回転させるとき、変位検出器 3 0 …による変位量の検出位置 3 1 …, 3 2 …は、管体 1 0 の外周面 1 2 上を周方向にずれていくことになる。

【0 1 2 1】

この変位検出器 3 0 …によって検出される管体 1 0 の外周面 1 2 の半径方向の

変位量とは、いわゆるフレ（外径フレ）である。本発明においては、上述した管体 10 の内周面 11 に当接する一対の基準部 20、20 により、管体 10 の内周面 11 を基準とした外周面 12 のフレが検出（測定）されることに一つの特徴がある。

【0122】

ここでは、管体 10 の軸方向位置が異なる 5 箇所を変位量（フレ）の検出位置 31…、32…とできるように、5 個の変位検出器 30…を配置した場合を例示している。

【0123】

そして特に外側の 2 つの変位検出器 30、30 は、管体 10 の両端近傍で上述した一対の基準部 20、20 に対峙する位置 31、31 を変位量の検出位置とするように配置されている。これらの位置 31、31 では、基準部 20、20 と変位検出器 30、30 で挟み込まれた管体 10 の肉厚を計測することができる。

【0124】

一方、他の 3 つの変位検出器 30…は、前記一対の基準部 20、20 に対峙する位置 31、31 以外の位置 32…を変位量の検出位置とするように配置されている。これらの位置 32…では、各位置における管体 10 の外周面のフレを検出することができる。

【0125】

また、5 個の変位検出器 30…の周方向についての位置は、図 3 に示すように、管体 10 の内周面 11 と一対の基準部 20、20 とが当接する 2 つの当接点 P1、P2 を通る仮想的な直線 Q に対し、管体 10 の外側から管体 10 の肉厚（図 3 中にハッチングを施した領域 R）を介して対峙する位置 31…、32…となっている。

【0126】

図 5 は、管体 10 の周方向について、各変位量の検出位置の特徴を説明する説明図である。

【0127】

本発明にかかる管体の形状測定方法では、基準部 20 は形状測定の基準である

からその位置は安定して固定させるが、この基準部 2 0 に当接する管体 1 0 は、基準部 2 0 に当接している部分を除いて、その位置（管体 1 0 の姿勢）が不安定である可能性がある。たとえば、図 5 に示すように、測定中（回転中）の管体 1 0 は、実線で示す中心が位置 O にある状態から、破線で示す中心が位置 O' にある状態にずれる可能性がある。

【0 1 2 8】

このとき、基準部 2 0 との当接点 P 1, P 2 を通仮想的な直線 Q に対峙する位置 A は、他の位置 B, C, D に比較して、管体 1 0 の外周面 1 2 の管体 1 0 の半径方向（図 5 で各位置 A, B, C, D に示した矢印方向）の変位量に、上記管体のずれ（O→O'）の影響が最も小さい位置となっている。すなわち、仮想的な直線 Q に対峙する位置を変位量の検出位置とすれば、仮に形状測定中に管体 1 0 にずれが生じたとしてもその影響をほとんど受けることなく、安定した形状測定を行うことができる。

【0 1 2 9】

なお、後述する具体的な形状測定装置においては、管体 1 0 の位置を安定させる工夫を加え、上記形状測定中の管体 1 0 のずれという問題を軽減している。

【0 1 3 0】

このように管体 1 0 の内周面 1 1 に一對の基準部 2 0, 2 0 を当接させた状態で管体 1 0 を回転させたとき、管体 1 0 が完全な円筒形であれば管体の外周面 1 2 は半径方向に全く変位しない。逆に、管体 1 0 が完全な円筒形からの逸脱があれば、変位検出器 3 0 … に外周面の変位量として検出されることになる。

【0 1 3 1】

（不良管の例）

次に、図 6 ～図 8 を参照しながら、管体 1 0 の代表的な不良の例について説明する。

【0 1 3 2】

<曲がり管>

図 6（a）は、管体の不良例である曲がり管 1 0 1 の斜視図である。曲がり管 1 0 1 とは、管体の軸が屈曲したものである。ここでは、他の不良要因を排除す

るように、その全長にわたって各断面では内周面がなす円（内周円）および外周面がなす円（外周円）がともに真円であり、内周円と外周円の中心が一致（同心）し、したがって管体の肉厚は均一である場合を想定している。

【0 1 3 3】

このような曲がり管 1 0 1 が実際に使用されるとき、図 4 において説明したように、管体両端の内側に挿入したフランジによって回転させると、図 6（a）に示すように、曲がり管 1 0 1 は両端近傍の内周円の中心を通る直線 T 1 を軸として回転し、曲がり管 1 0 1 の軸方向の中央部にフレ（振れ）が生じる。なお、図 6（a）の二点鎖線は、実線の状態から 1 8 0 度回転させた状態を示している。

【0 1 3 4】

図 6（b）は、この曲がり管 1 0 1 の軸方向中央部の断面図であり、二点鎖線は、実線の状態から 1 8 0 度回転させた状態における外周面（外周円）を示している。この図に示すように、管体 1 0 1 は、実線の状態では上方に持ち上がっているが、1 8 0 度回転したところで二点鎖線に示すように下方に押し下げられ、さらに 1 8 0 度回転したところで実線の状態に戻る。すなわち 3 6 0 度周期のフレが生じている。

【0 1 3 5】

このようなフランジによる回転では、フランジによって支持される管体の一方の端部近傍の内周円の中心と他方の端部近傍の内周円の中心とを通る直線が回転軸 T 1 となるが、曲がり管 1 0 1 の軸方向の中央部では、外周円の中心とこの回転軸 T 1 とがずれてしまう。曲がり管 1 0 1 の軸方向の中央部のフレは、管体 1 0 1 の両端近傍の内周円によって決定される回転軸 T 1 と、着目する断面における外周円の中心とのずれに起因する。

【0 1 3 6】

< 偏肉管 >

図 7（a）は、管体の不良例である偏肉がある管（以下、偏肉管と呼ぶ。） 1 0 2 の斜視図である。偏肉管 1 0 2 とは、管体の断面において、周方向に肉厚が変化するものである。ここでは、他の不良要因を排除するように、管体の軸は直線であり、その断面は全長にわたって内周面がなす円（内周円）および外周面が

なす円（外周円）がともに真円であるが、内周円と外周円の中心がずれている（偏心している）ために偏肉が生じている場合を想定している。また、管体の軸方向についてその断面形状は一定であり、かつ、ねじれていない場合を想定している。

【0 1 3 7】

このような偏肉管 1 0 2 が実際に使用されるとき、図 4 において説明したように、管体両端の内側に挿入したフランジによって回転されると、図 7（a）に示すように、偏肉管 1 0 2 は両端近傍の内周円の中心を通る直線 T 2 を軸として回転し、偏肉管 1 0 2 はその軸方向の全長にわたって振れ（フレ）が生じる。なお、図 7（a）の二点鎖線は、実線の状態から 1 8 0 度回転させた状態を示している。

【0 1 3 8】

図 7（b）は、この偏肉管 1 0 2 の任意の断面の断面図であり、二点鎖線は、実線の状態から 1 8 0 度回転させた状態における外周面（外周円）を示している。この図に示すように、偏肉管 1 0 2 は、実線の状態では上部に厚肉部が位置しているため、その外周面は全体的に上方に持ち上がっているが、1 8 0 度回転したところでは二点鎖線に示すように厚肉部が下部に移動し、上部には薄肉部が位置するため、全体的に下方に押し下げられ、さらに 1 8 0 度回転したところで実線の状態に戻る。すなわち 3 6 0 度周期のフレが生じている。

【0 1 3 9】

このようなフランジによる回転では、フランジによって支持される管体の一方の端部近傍の内周円の中心と他方の端部近傍の内周円の中心とを通る直線が回転軸 T 2 となるのは、上述した曲がり管と同様である。偏肉管 1 0 2 では、その全長にわたって内周円と外周円の中心がずれているために、その全長にわたって内周円を基準に決定される回転軸 T 2 と外周円の中心とがずれてしまう。偏肉管 1 0 2 の全長にわたるフレは、管体 1 0 2 の両端近傍の内周円によって決定される回転軸 T 2 と、着目する断面における外周円の中心とのずれに起因する。

【0 1 4 0】

<扁平管>

図8 (a) は、管体の不良例として断面が真円ではない管であって、特に断面が扁平な管（以下、扁平管と呼ぶ。）103の斜視図である。扁平管103とは、管体の断面が真円でなく、上下あるいは左右からはさみ付けて押しつぶしたような楕円状の断面をもつものである。ここでは、他の不良要因を排除するように、管体の軸は直線であり、その断面は内周円と外周円とがほぼ相似形で肉厚が一定であり、断面形状が全長にわたって一定であって、かつ、ねじれていない場合を想定している。

【0141】

このような扁平管103が実際に使用されるとき、図4において説明したように、管体両端の内側にフランジを挿入すると、管体（扁平管）に対してどのようにフランジがセットされるか、言い換えればフランジの中心という回転軸に対して管体（扁平管）103の位置や姿勢がどうなるかは、管体の扁平度や強度、フランジの大きさや強度等の関係によって決まるため、一意に決められない。ここでは、管体103の両端ともフランジの中心が扁平管の断面の内周円の中心に相当する位置にセットされた場合を想定する。この状態でこの管体（扁平管）103を回転させると、図8 (a) に示すように、内周円の中心に相当する位置を通る直線T3を軸にして回転し、扁平管103はその軸方向の全長にわたって振れ（フレ）が生じる。なお、図8 (a) の二点鎖線は、実線の状態から90度回転させた状態を示している。

【0142】

図8 (b) は、この扁平管103の任意の断面の断面図であり、二点鎖線は、実線の状態から90度回転させた状態における外周面（外周円）を示している。

【0143】

この図に示すように、管体103は、実線の状態で縦長姿勢となっているが、90度回転したところでは二点鎖線に示すように横長姿勢となり、さらに90度回転したところで実線の状態に戻る。よって外周面では外側に膨らんだり内側にへこんだりを繰り返し、180度周期のフレが生じている。

【0144】

この扁平管103の回転の回転軸Tは、上述したように、管体（扁平管）10

3の両端の断面において内周円の中心を通ることを想定している。さらに、全長にわたって一定断面であることを想定しているこの例では、任意の断面においてもその外周円（真円ではない）の中心を通る。したがって、扁平管 1 0 3 の全長にわたるフレは、管体 1 0 3 の各断面における外周円が真円からずれていることに起因する。図 8（c）については後述する。

【0 1 4 5】

（測定例）

次に、上記のような不良管を測定対象として、その形状測定を行った場合について、図 9 を参照しながら説明する。図 9 は、形状測定対象である管体（ワーク） 1 0 を回転させながら外周面の変位量を検出した結果の例を示すグラフである。図 9 において、横軸は管体（ワーク）の回転角度を示し、縦軸は変位検出器 3 0 …によって検出される管体 1 0 の外周面の半径方向の変位量の検出値を示している。

【0 1 4 6】

＜完全管の測定＞

まず、曲がり、偏肉、断面の変形のいずれもない完全な円筒型の管体 1 0 に対し、図 1 ～図 3 に示した測定原理に基づいて管体の形状を測定すると、上述したように、管体 1 0 の外周面は全く変位しないため、5 つの変位測定器 3 0 …によって検出される変位量は、いずれも図 9（a）に示すように変化がないものとなる。

【0 1 4 7】

＜曲がり管の測定＞

図 6 に示した曲がり管 1 0 1 では、その内周面が真円であることを想定しているため、一対の基準部 2 0， 2 0 を曲がり管の内周面に当接したまま管体 1 0 1 を回転させても、この一対の基準部 2 0， 2 0 と当接する管体の内周面は動かない。したがって、この曲がり管 1 0 1 に対する測定では、管体の両側にフランジを挿入して回転させた状態を示した図 6（a）と同様に回転することになる。なお、ここでは図 5 で想定した回転中心位置のずれは無視している。

【0 1 4 8】

このとき、一対の基準部 2 0 に対向する管体 1 0 1 の両端近傍の検出位置 3 1 , 3 1 では、図 6 (a) から明らかなように、検出される変位量は図 9 (a) に示すような変化のないものとなる。これは、基準部 2 0 , 2 0 に対向する検出位置 3 1 , 3 1 は、この位置 3 1 , 3 1 における管体 1 0 1 の肉厚が検出されるものであること、そして、上述したように図 6 の曲がり管 1 0 1 では肉厚が一定である管体を想定したことから明らかである。

【 0 1 4 9 】

これに対し、基準部 2 0 , 2 0 に対峙する位置 3 1 , 3 1 以外の位置 3 2 …では、図 6 (b) に管体 1 0 1 の上側の矢印に示すように、管体 1 0 1 の外周面は半径方向に変位し、その周期は 3 6 0 度であるから、図 9 (b) に示すような外周面 1 2 のフレが検出される。すなわち、この管体 1 0 1 の形状測定法によれば、管体 1 0 1 の曲がりに起因する外周面のフレを検出することができる。

【 0 1 5 0 】

また、管体 1 0 1 の中央の 3 つの変位量検出位置 3 2 …のうち、真ん中の検出位置において、最も大きい変位（フレ）が検出される。このような各検出位置 3 2 …でのフレ量の程度比較により、管体 1 0 1 の不良が曲がりによるものであること、また、その曲がりの程度を推測することも可能である。

【 0 1 5 1 】

なお、図 6 のような曲がり管 1 0 1 のフレは、上述した従来の外周面を基準とした外周面のフレ検出方法（図 2 3、図 2 4）でも検出することができるものではある。

【 0 1 5 2 】

< 偏肉管の測定 >

図 7 に示した偏肉管 1 0 2 では、その内周面が真円であることを想定しているため、一対の基準部 2 0 , 2 0 を曲がり管の内周面に当接したまま管体 1 0 2 を回転させても、この一対の基準部 2 0 , 2 0 と当接する管体 1 0 2 の内周面は動かない。したがって、この偏肉管 1 0 2 に対する測定では、管体の両側にフランジを挿入して回転させた状態を示した図 7 (a) と同様に回転することになる。なお、ここでは図 5 で想定した回転中心位置のずれは無視している。

【0 1 5 3】

このとき、一对の基準部 2 0 に対向する管体 1 0 2 の両端近傍の検出位置 3 1 , 3 1、およびそれ以外の検出位置 3 2 …の全てにおいて、図 7 (b) に管体 1 0 2 の上側の矢印に示すように、管体 1 0 2 の外周面は半径方向に変位し、その周期は 3 6 0 度であるから、図 9 (b) に示すような外周面 1 2 のフレが検出される。すなわち、この管体の形状測定方法によれば、管体 1 0 2 の偏肉に起因する外周面のフレを検出することができる。

【0 1 5 4】

とくに、基準部 2 0 , 2 0 に対向する検出位置 3 1 , 3 1 では管体 1 0 2 の肉厚が直接的に検出されるものであるため、この位置 3 1 , 3 1 で検出されたフレから、管体 1 0 2 の周方向にわたる肉厚分布を得ることも可能である。

【0 1 5 5】

また、一般に管体は曲がりや偏肉といった不良要因が複合的に備わっているものであるが、この管体の形状測定方法によれば、これらの影響を重ね合わせた結果を 1 回の形状測定で得ることができる。

【0 1 5 6】

また、偏肉が管体の全長にわたってほぼ同じであると仮定するならば、管体 1 0 の基準部に対峙する検出位置 3 1 , 3 1 で検出される変位量から判明する管体 1 0 の周方向についての肉厚分布が、管体 1 0 の全長にわたって同じであると推定することができる。この場合、基準部 2 0 に対峙する検出位置 3 1 , 3 1 以外の検出位置 3 2 …において検出される変位量には、偏肉に起因する変位量が含まれているが、これから検出位置 3 1 , 3 1 で検出される変位量を引き算することによって消去して偏肉以外の原因に起因する不良の影響のみを取り出すことも可能である。このようにすれば、たとえば曲がりや偏肉の不要要因を複合的に有する管体に対して、これらの影響を重ね合わせた結果を得られると共に、これら不良による影響を分離して、それぞれの不良の程度を検討することも可能である。

【0 1 5 7】

このような偏肉が管体の全長にわたってほぼ同じであるとする仮定は、管体の製造方法の特性等に基づいて行える場合が多い。たとえば、押出によって連続的

に製管され、これを所定長さに切断して製造された管体であれば、各管体の全長程度はその断面形状がほぼ同じと仮定できる場合が多い。

【0 1 5 8】

なお、図 7 のような偏肉管 1 0 2 のフレは、上述したとおり、従来の外周面を基準とした外周面のフレ検出方法（図 2 3、図 2 4）では検出できないものである。

【0 1 5 9】

＜扁平管の測定＞

図 8 に示した扁平管 1 0 3 の測定では、一对の基準部 2 0，2 0 を管体（扁平管）1 0 3 の内周面に当接したまま管体 1 0 3 を回転させると、図 8（c）のように、管体（扁平管）1 0 3 は外観的には上下動することとなる。

【0 1 6 0】

このとき、図 1 ～図 3 に示した測定方法では、一对の基準部 2 0，2 0 が管体に当接する 2 点を通る仮想的な直線 Q に対峙する位置、すなわち図 8（c）における管体 1 0 3 の上側を変位量の検出位置としているので、この図 8（c）の管体 1 0 3 の上側に示す矢印から明らかなように変位量の変化がないことが図 9（a）のように検出される。これは、管体 1 0 3 に曲がりがなく、肉厚も一定であるためである。結局、図 1 ～図 3 に示した測定方法では、このような管体の断面が真円でないという扁平等の非円形断面に起因する不良は検出できない。

【0 1 6 1】

なお、図 8 のような扁平管のフレは、上述した従来の外周面を基準とした外周面のフレ検出方法（図 2 3、図 2 4）でも検出することはできない。

【0 1 6 2】

（第 2 の方法の原理）

そこで、次に、この扁平管 1 0 3 のような断面が非円形であることに起因する不良をも検出することができる本発明にかかる第 2 の管体の形状測定方法について、その原理を模式的な説明図を参照しながら説明する。

【0 1 6 3】

図 1 0 は、本発明にかかる前記第 2 の形状測定方法の原理を示す正面断面図、

図 11 は同じく側面断面図である。

【0164】

上述した図 1～図 3 に示した本発明にかかる管体の形状測定方法（以下、第 1 の方法と呼ぶ。）では、5 つの変位検出器 30…は、基準部 20、20 と当接する 2 つの当接部分 P1、P2 を通仮想的な直線 Q に対し、管体 10 の外側から対峙する位置 31…、32…に配置していた。特にそのうちの 2 つの位置 31、31 は、一対の基準部 20、20 に対峙する位置としていた。

【0165】

本発明にかかる第 2 の形状側手方法は、図 10 および図 11 に示すように、上述した第 1 の方法における 5 つの変位検出器 30…に加え、新たに 5 つの変位検出器 30…を配置したものである。

【0166】

これら新たに配置した 5 つの検出器 30…は、第 1 の方法の変位量の検出位置 31…、32…に対して、管体 10 の軸方向位置が一致し、周方向位置が半周分異なる位置 33…、34…を変位量の検出位置とするように配置されている。すなわち、第 1 の方法における検出位置 31…、32…に対して、管体 10 の周方向について逆位相位置（180 度位相がずれた位置）33…、34…を検出位置とするように新たな変位検出器 30…が配置されている。

【0167】

このように、管体 10 の各軸方向位置で管体 10 を挟んで両側から外周面の半径方向の変位量を検出すれば、各軸方向位置における管体 10 の外周面（外周円）の直径を得ることができる。具体的には、管体 10 を回転させながら、周方向について各回転角度において、管体 10 を挟む 2 つの検出位置で検出される変位量の差を求めることによって、各周方向位置における管体 10 の直径の変化量を得ることができる。

【0168】

これによって、このような検出位置を設定した管体 10 の軸方向についての各断面において、管体 10 の外周面形状（外形状）をほぼ把握することが可能となる。

【0 1 6 9】

特に一对の基準部 2 0, 2 0 に対峙する検出位置 3 1, 3 1 で検出される変位量は、上述したように管体 1 0 の肉厚を表しているため、この検出位置 3 1, 3 1 とこれに対向する逆位相の検出位置 3 3, 3 3 によれば、この断面における管体 1 0 の肉厚および直径が周方向についてどのように変化するかを得ることができる。したがって、この断面では、内周面（内周円）を含めて、その断面形状をほぼ把握することが可能となる。

【0 1 7 0】

また、これらの検出位置 3 3..., 3 4... は、図 5 に示した位置 C に相当する。この位置 C は、管体 1 0 の形状測定中（回転中）に、管体 1 0 の内周面 1 1 が基準部 2 0, 2 0 に当接しながら管体 1 0 の中心位置がずれたとき、このずれに対する検出量の影響が検出位置 A に次いで小さい部位である。このため、仮に形状測定中に管体 1 0 にずれが生じたとしても、検出位置 3 3..., 3 4... における変位量の検出値は、その影響をほとんど受けることなく、安定した形状測定を行うことができる。

【0 1 7 1】

<扁平管の測定>

このような第 2 の方法によって、図 8 に示した扁平管を対象として形状測定を行う場合を考えると、上述したように、基準部 2 0, 2 0 に対峙する検出位置 3 1, 3 1 およびそれと周方向位置が同じ検出位置 3 2...（図 8（c）の管体 1 0 3 の上側の検出位置）においては、図 9（a）のように変位量に変化のないことが検出されるのみである。

【0 1 7 2】

これに対し、検出位置 3 1..., 3 2... と逆位相の検出位置 3 3..., 3 4... では、図 8（c）に管体 1 0 3 の下側の矢印に示すように、管体 1 0 3 の外周面は半径方向に変位する。この変位の周期は 1 8 0 度であるから、これら検出位置 3 3..., 3 4... では、図 9（c）に示すような外周面 1 2 のフレが検出される。すなわち、この第 2 の管体の形状測定方法によれば、管体の断面が非円形であることに起因する不良をも検出することができる。

【0 1 7 3】

また、この検出される変位の変化の状態（図 9（c）のグラフの形状）等から、測定対象の管体 1 0 3 の断面形状を推測することも可能である。

【0 1 7 4】

また、この第 2 の方法は、上述した第 1 の方法と同様にして管体の曲がりや偏肉等の不良をも検出することができるが、前記の管体断面が非円形であることに伴う不良をも併せて、これらの不良の影響を重ね合わせた結果を得ることができる。

【0 1 7 5】

また逆に、これらの各不良の典型的な検出パターンを考慮することにより、各不良毎の程度や大きさ、内容（非円形断面の場合の断面形状）等を分別することもできる。これにより、各不良の解消対策にも寄与できる。

【0 1 7 6】

なお、上述した図 1 ～図 3 に示した第 1 の方法および図 1 0 および図 1 1 に示した第 2 の方法とも、図 2 3 および図 2 4 に示した従来の外周面を基準とした外周面のフレ量に相当するフレ量を得ることは可能である。すなわち、基準部 2 0，2 0 に対峙する 2 つの検出位置 3 1，3 1 と、管体 1 0 の軸方向について中央に配置された他の検出位置 3 2 …との距離の比率から、これら 2 つの検出位置 3 1，3 1 で検出された変位量が他の検出位置 3 2 …に与える変位量を求め、こうして求められた変位量を、他の検出位置 3 2 …において実際に検出された変位量から引き算すればよい。こうして算出される他の検出位置 3 2 …の変位量は、2 つの検出位置 3 1，3 1 を基準として測定した変位量となる。

【0 1 7 7】

（手動型の形状測定装置）

次に、以上のような原理に基づいて管体の形状測定を行う管体の形状測定装置について具体的な例を挙げて説明する。

【0 1 7 8】

まず、管体（ワーク）1 0 を測定作業者が手動で回転させる手動型の形状測定装置 4 について、図 1 2 ～図 1 6 を参照しながら説明する。

【0179】

図12はこの手動型の形状測定装置4の平面断面図、図13は同装置4の正面断面図、図14は同装置4の側面断面図、図15は同装置4の概略斜視図、図16は同装置4における管体（ワーク）のセッティング手順の説明図である。

【0180】

この形状測定装置4は、管体10の内周面11に当接して形状測定の基準となる一対の基準部42、42と、管体10を下側から支持して管体10の高さ位置を安定させる台座部44と、管体10の一側端に当接して管体10の軸方向位置を安定させるストッパー部45と、管体10の外周面12に当接して管体10の外周面の半径方向の変位量を検出する変位検出器43…と、これら各部品が取り付けられる本体ベース40と、を備えている。

【0181】**<一対の基準部>**

一対の基準部42、42は、図14等に示すように、管体10の内周面11であって、その高さ方向の略中央位置に相当する側方位置に当接し、形状測定の基準となるものである。

【0182】

この一対の基準部42、42は、管体10の内周面11をなめらかに滑ることができ、内周面11を傷つけることのない合成樹脂の球体から構成されており、固定支持軸421、421によって基準支持ブロック422、422に取り付けられている。この実施形態では、一対の基準部42、42は管体10の回転に連れ回りしないが、基準部42、42が摩耗等したときには適宜回転させて新しい部位で管体10の内周面11に当接するようになっている。

【0183】

基準部42、42が取り付けられる固定支持軸421、421は、後述する手順で管体（ワーク）10をセットするために、基準部42、42よりも細い断面形状で、かつ所定の長さを有する例えば金属棒から構成されている。

【0184】

基準支持ブロック422、422は、本体ベース40の上面にボルト等で固定

される例えば金属ブロックから構成されている。本体ベース 4 0 において、この基準支持ブロック 4 2 2, 4 2 2 の一方が取り付けられる部分には、管体 1 0 の長手方向（軸方向）について所定長さの長孔 4 2 3 が形成されており、この長孔 4 2 3 を貫通するボルトによって一方の基準支持ブロック 4 2 2 を固定する構造によって、一对の基準支持ブロック 4 2 2, 4 2 2 間の距離を変更可能とし、これにより様々な長さサイズの管体 1 0 に適応して形状測定を行うことができるようになっている。ただし、この基準部 4 2, 4 2 を移動可能とする構造は、一つの管体 1 0 の形状測定中に基準支持ブロック 4 2 2, 4 2 2 を移動させるためのものではない。

【0 1 8 5】

また、他方の基準支持ブロック 4 2 2 を取り付けるとボルト孔もまた長孔 4 2 4 となっているが、これは後述する台座部 4 4 を移動可能とするためのものであり、他方の基準支持ブロック 4 2 2 を移動させる必要はない。

【0 1 8 6】

なお、これら基準部 4 2, 4 2、固定支持軸 4 2 1, 4 2 1 および基準支持ブロック 4 2 2, 4 2 2 は、管体 1 0 の形状測定の基準をなすものであるから、求められる測定精度に応じて、十分に高い剛性を有するように構成されている。

【0 1 8 7】

<台座部>

台座部 4 4 は、図 1 3 や図 1 4 等に示すように、管体 1 0 を外周面 1 2 の下側から支持し、前記一对の基準部 4 2, 4 2 が管体 1 0 の高さ方向中央の内周面 1 1 の側方位置に当接するように、管体 1 0 の高さ位置を安定させるものである。

【0 1 8 8】

この台座部 4 4 は、本体ベース 4 0 上で、前記基準支持ブロック 4 2 2, 4 2 2 の内側にボルト等で固定される一对の台座ブロック 4 4 1, 4 4 1 と、その上面に設けられる当接部材 4 4 2, 4 4 2 とから構成されている。

【0 1 8 9】

台座ブロック 4 4 1, 4 4 1 は、前記基準支持ブロック 4 2 2, 4 2 2 と同様に、本体ベース 4 0 に形成された長孔 4 2 3, 4 2 4 を貫通するボルトによって

本体ベース 4 0 上に固定することによって、台座ブロックの固定位置が変更可能となっている。これにより上記基準支持ブロック 4 2 2, 4 2 2 と同様に様々な長さサイズの管体 1 0 に対しても、適切な軸方向位置で高さ位置を安定させて支持し、正確な形状測定を可能としている。

【0 1 9 0】

また、台座ブロック 4 4 1, 4 4 1 は、本体ベース 4 0 との間に所定厚みの高さ調整プレート 4 4 3 を 1 ないし複数枚挟み込んで取り付けることにより、高さ方向についても調整可能となっている。これにより、様々な断面サイズ（直径）の管体に対しても適切な高さ位置に安定させて支持することを可能としている。

【0 1 9 1】

当接部材 4 4 2, 4 4 2 は、摩擦係数の低い合成樹脂等による丸棒材からなり、台座ブロック 4 4 1, 4 4 1 の上面に設けられた管体 1 0 の軸方向に直交する略水平な溝部にはめ込まれている。当接部材 4 4 2, 4 4 2 は、その上面が略水平をなすように取り付けられ、これにより、管体 1 0 との当接位置が多少ズレたとしても、管体 1 0 の高さ位置を安定して支持することができるようになっている。

【0 1 9 2】

<ストッパー部>

ストッパー部 4 5 は、図 1 3 等に示すように、管体 1 0 の一方の端面に当接して、その軸方向位置を安定させ、前記一対の基準部 4 2, 4 2 等を管体 1 0 の適切な軸方向位置に当接させるものである。

【0 1 9 3】

このストッパー部 4 5 は、管体 1 0 の軸方向に移動させない方の基準支持ブロック 4 2 2 の内側面に取り付けられたストッパー取付軸 4 5 1 と、その先端に取り付けられたストッパー本体 4 5 2 とから構成されている。

【0 1 9 4】

ストッパー取付軸 4 5 1 は、基準支持ブロック 4 2 2 の内側面から略水平に延びてから上方に折り曲げられた金属部品として形成されている。

【0 1 9 5】

ストッパー本体 4 5 2 は、摩擦係数の低い合成樹脂等による水平断面が円形の短柱体として形成されており、管体 1 0 の一端側の端面と当接して、形状測定中に回転される管体 1 0 の軸方向位置を安定させるようになっている。

【0 1 9 6】

＜変位検出器＞

変位検出器 4 3 …は、管体 1 0 の外周面 1 2 に当接して管体 1 0 の外周面の半径方向の変位量を検出するものであり、ここでは、管体 1 0 の軸方向位置の異なる 3 箇所それぞれ接触型のものが設けられている。これら 3 箇所の変位検出器 4 3 …のうち両側の 2 つはそれぞれ一対の基準部 4 2, 4 2 と対峙する位置で管体 1 0 の半径方向が略水平方向になる位置に配置され、残る 1 つもこれらと並んで管体 1 0 の軸方向中央に配置されている。

【0 1 9 7】

この変位検出器 4 3 …は、それぞれ管体 1 0 の外周面に転がり接触する接触コロ 4 3 1 と、この接触コロ 4 3 1 を回転自在に支持する支持ブラケット 4 3 2 と、一端にこの支持ブラケット 4 3 2 が取り付けられた出沒軸 4 3 3 とを備えており、この出沒軸 4 3 3 の出沒方向の移動量を検出することにより、管体 1 0 の外周面の変位量を検出できるようになっている。

【0 1 9 8】

接触コロ 4 3 1 は、円筒形状に構成され、管体 1 0 の外周面 1 2 と線接触するようになっている。これにより、管体 1 0 の外周面 1 2 に作用する圧力を分散させ、外表面 1 2 に損傷を与えにくくなっている。また、この接触コロ 4 3 1 の両側は面取りされており、この点からも管体 1 0 の外周面 1 2 に損傷を与えにくいようになっている。

【0 1 9 9】

また、各変位検出器 4 3 には、前記出沒軸 4 3 3 を管体 1 0 側に付勢する付勢手段 4 3 4 を備えており、接触コロ 4 3 1 を介して管体 1 0 を所定の押圧力で付勢している。この付勢手段 4 3 4 は、具体的には一端が変位検出器 4 3 内の固定部 4 3 5 に固定され、他端が出沒軸 4 3 3 に設けられた突起体 4 3 6 を付勢するように、出沒軸 4 3 3 に取り付けられたバネ等によって構成することができる。

【 0 2 0 0 】

このような変位検出器 4 3 …は、すべて検出器取付軸 4 1 1 に対して回転不能に取り付けられている。この検出器取り付け軸 4 1 1 の両端部は、本体ベース 4 0 の両側部に固定された一对の本体側壁 4 1 2, 4 1 2 を回転自在に貫通しており、回転操作ハンドル 4 1 3, 4 1 3 が取り付けられている。

【 0 2 0 1 】

また、この検出器取付軸 4 1 1 の本体側壁 4 1 2, 4 1 2 のすぐ内側には、この検出器取付軸 4 1 1 に対して回転不能に一对の回転ブロック 4 1 4, 4 1 4 が取り付けられている。この回転ブロック 4 1 4, 4 1 4 は、プランジャーハンドル 4 1 5 によって一对の本体側壁 4 1 2, 4 1 2 から内側に出没する図示しないボスを差し込むことにより、その回転位置を固定できるようになっている。このとき固定される回転位置は、変位検出器 4 3 …の接触コロ 4 3 1 …が管体 1 0 から離れた位置となるように設定されており、これにより、接触コロ 4 3 1 …を管体 1 0 から離し、この装置への管体 1 0 のセットが容易に行いえるようになっている。

【 0 2 0 2 】

また、一对の本体側壁 4 1 2, 4 1 2 の内側上部にはマグネット 4 1 6, 4 1 6 がそれぞれ取り付けられており、回転ブロック 4 1 4, 4 1 4 の回転位置を固定できるようになっている。このとき固定される回転位置は、回転操作ハンドル 4 1 3, 4 1 3 で検出器取付軸 4 1 1 を回転させて、各変位検出器 4 3 …の接触コロ 4 3 1 …を管体 1 0 の外周面 1 2 に押し付け、管体 1 0 の形状測定を行う状態に対応するように設定されており、この状態において安定して管体 1 0 の形状測定を行うことができるようになっている。

【 0 2 0 3 】

また、各変位検出器 4 3 …は、検出器取付軸 4 1 1 に対して、管体 1 0 の軸方向位置を変更可能に取り付けられており、様々な長さサイズの管体 1 0 に応じることができるとともに、変位量を検出する軸方向位置を適宜変更可能となっている。

【 0 2 0 4 】

＜管体のセット＞

この形状測定装置 4 における管体（ワーク）1 0 のセッティングは、まず一方の基準部 4 2 に対して管体 1 0 の一方の端部を差し込み（図 1 6（a））、管体 1 0 の他方の端部が他方の基準部 4 2 の内側まで移動させ、管体 1 0 の軸方向に見てその内側に一对の基準部 4 2、4 2 を入れるように管体 1 0 の他方の端部を降ろした後（図 1 6（b））、この管体 1 0 の他方の端部内に他方の基準部 4 2 が差し込まれるように管体 1 0 を水平にスライド動作させて、ストッパー本体 4 5 2 に当接させればよい。

【0 2 0 5】

こうして管体 1 0 をセットすれば、プランジャーハンドル 4 1 5 を操作して変位検出器 4 3 …を回転移動可能にしておいて、回転操作ハンドル 4 1 3、4 1 3 を操作して各変位検出器 4 3 …の接触コロ 4 3 1 …を管体 1 0 の外周面 1 2 に押し付ける。

【0 2 0 6】

そして、この接触コロ 4 3 1 …と管体 1 0 の外周面 1 2 との接触状態を保ったまま、測定作業者は、管体 1 0 の外周面 1 2 をつかんで管体 1 0 を回転させる。この管体 1 0 の回転操作は、1 回転以上、望ましくは測定誤差を排除するために 3 回転程度行うことが望ましい。

【0 2 0 7】

この管体 1 0 の回転に伴う管体 1 0 の外周面 1 2 の半径方向の変位量を変位検出器 4 3 …によって適宜検出すれば、管体 1 0 の内周面を基準とした外周面のフレの大きさを検出することができる。

【0 2 0 8】

変位検出器 4 3 …による変位量の検出は、管体 1 0 を回転させる間、連続的に行うことが望ましい。この場合、変位検出器 4 3 …に、管体 1 0 の回転を開始する際変位量の値（そのときリセットすればリセット値）から変位量の最大値を更新しながら記憶する機能や、変位量の最小値と最大値を更新しながら記憶する機能、あるいは、変位量を連続的に記憶する機能等を備えていればよい。

【0 2 0 9】

一方、変位検出器 43…による変位量の検出は、管体 10 の回転を適宜止めていくつかの周方向についての回転角度位置において行うようにしてもよい。この場合であっても、全周にわたって複数箇所に変位量の検出を行えば、およそ管体 10 のフレ量を得ることはできる。

【0210】

<作用効果>

このように構成された形状測定装置 4 では、上述した図 1～図 3 の構成の形状測定方法と同様の作用効果を奏することができる。

【0211】

そして、特にこの図 12～図 16 に示した形状測定装置 4 では、変位検出器 43…は、管体 10 を一对の基準部 42，42 に押し付けるように付勢するため、一对の基準部 42，42 と管体 10 の内周面 11 とにおいて安定した当接状態を維持することが容易となる。

【0212】

特に、管体 10 は、その高さ方向を台座部 44 によって支持されており、高さが安定しているため、測定作業者は管体 10 が一对の基準部 42，42 と変位検出器 43…で挟み込まれた状態を維持しながら、管体 10 が台座部 44 上を滑るように回転させるだけで、適切な測定環境を確保できる。

【0213】

また、この形状測定装置 4 では、管体（ワーク）10 の上方および変位検出器 43…が配置されていない側（図 15 では奥側）が空いているので、この領域から容易に管体 10 をつかんで回転させることができる。このように回転操作が容易であるため、手動による回転であるが、安定したぶれの小さい回転を可能とし、これにより高い測定精度を得ることができる。

【0214】

（自動型の形状測定装置）

つぎに、管体（ワーク）10 を形状測定装置の駆動力により自動的に回転させて形状測定を行う自動型の形状測定装置 5 について、図 17～図 20 を参照しながら説明する。

【0215】

図17はこの自動型の形状測定装置5の要部の正面断面説明図、図18は同装置の要部の側面断面図、図19は同装置の全体斜視概略図、図20は管体10の支持構造の拡大斜視図である。

【0216】

この形状測定装置5は、管体10の内周面11に当接して形状測定の基準となる一対の基準部52、52と、管体10をその両端部で下側から支持するとともに、管体10を回転駆動する支持ローラ54…と、管体10の軸方向に直交する方向から管体10を挟み込むように配置された光透過型の変位検出器53…と、これら各部品が取り付けられる本体ベース50と、を備えている。

【0217】**<一対の基準部>**

一対の基準部52、52は、図18等にしように、管体10の両端近傍の内周面11であって、その下方位置（底面位置）に当接し、形状測定の基準となるものである。

【0218】

この一対の基準部52、52は、管体10の内周面11をなめらかに当接しながらその当接位置をずらしていくことができるように、図示しないベアリング等が組み込まれた回転自在な円柱体として構成されている。このように一対の基準部52、52は円柱体として構成されることで管体10の内周面11と線接触し、これにより圧力を分散して管体10の内周面11が損傷することを防止することができるようになっている。

【0219】

この一対の基準部52、52は、基準支持軸521、521によって支持されており、この基準支持軸521、521は、本体ベース50上に管体10を軸方向から挟むように立設された機器ボックス511、511を貫通して取り付けられている。これにより、一対の基準部52、52の位置（測定の基準位置）が管体10の軸方向に直交するいずれの方向（図19の上下方向および奥行き方向）に対しても、十分に高い剛性を有するようになっている。

【0220】

また、この基準支持軸 521, 521 は、機器ボックス 511, 511 内に設けられた出没駆動部 522, 522 によって、管体 10 の軸方向についてのみ出没駆動動作可能となっている。これにより、管体 10 をセットするときに対の基準部 52, 52 を軸方向外側に退避させ、管体 10 を軸方向に移動動作させることなく、この形状測定装置にセットできるようになっている。

【0221】

また、この対の基準部 52, 52 は、図 4 で示したように、管体 10 が使用時に挿入されるフランジ等によって回転支持される部位で管体 10 の内周面と当接するようになっている。これにより、実際の使用時と同様の条件で形状測定を行いうるようになっている。

【0222】**<支持ローラ>**

支持ローラ 54…は、管体 10 をその両端部で下側から支持するとともに、管体 10 を回転駆動するものである。また、この支持ローラ 54…は、管体 10 の軸方向位置を位置決めする機能、管体 10 を上下に移動動作させる機能、管体 10 を下側から支持してその高さ位置を安定させる機能をも同時に実現するようになっている。

【0223】

この支持ローラ 54…は、管体 10 の両端部それぞれに 2 つずつ同一高さで配置されており、管体 10 の両端側を合わせて 4 つの支持ローラ 54…が設けられている。管体 10 の一方の端部に配置された 2 つの支持ローラ 54, 54 は、図 18 等 to 示すように、回転軸方向が平行な対のローラ対として構成されている。

【0224】

各支持ローラ 54 は、管体 10 の外周面 12 と当接して管体 10 を下側から支持する小径部 541 と、その外側に設けられた同心の大径部 542 とからなる。

【0225】

支持ローラ 54…の小径部 541…は、図 17 等 to 示すように、管体 10 の内周面 11 側で対の基準部 52, 52 が当接している軸方向位置よりも外側の管

体 1 0 の両端部でのみ管体 1 0 と接触するようになっている。これにより、変位検出器 5 3 …が、一对の基準部 5 2， 5 2 が当接している断面の変位量を検出することを妨げることなく、この断面についての変位量を検出できるようになっている。

【 0 2 2 6 】

各支持ローラ 5 4 …の大径部 5 4 2 …は、管体 1 0 の軸方向端面に当接して、この装置 5 にセットされる管体 1 0 の軸方向の位置決めが行われるようになっている。このため、管体 1 0 の軸方向両側の各支持ローラ 5 4 …は、その間隔が管体 1 0 の長さサイズに適應するように設定されている。

【 0 2 2 7 】

この支持ローラ 5 4 …は、それぞれ上述した機器ボックス 5 1 1， 5 1 1 に対して上下方向についてのみスライド動作可能に取り付けられた支持ローラ支持体 5 4 3， 5 4 3 に、回転自在に取り付けられている。

【 0 2 2 8 】

この支持ローラ 5 4 …の下側には、この支持ローラ 5 4 …の大径部の外周面に当接する連動ローラ 5 4 4， 5 4 4 が、前記支持ローラ支持体 5 4 3， 5 4 3 に対して回転可能に取り付けられている。この連動ローラ 5 4 4， 5 4 4 の一方は、機器ボックス 5 1 1 内に収容された駆動モータ 5 4 5 の駆動力によって、所定方向に回転駆動されるようになっており、当接する一对の支持ローラ 5 4， 5 4 に等速の回転を伝達し、ひいては管体 1 0 を回転駆動するようになっている。

【 0 2 2 9 】

また、支持ローラ 5 4 …および連動ローラ 5 4 4， 5 4 4 が取り付けられた支持ローラ支持体 5 4 3， 5 4 3 は、機器ボックス 5 1 1， 5 1 1 に設けられた上下駆動シリンダ 5 4 6， 5 4 6 によって上下方向にスライド動作できるようになっており、支持ローラ 5 4 …の小径部 5 4 1 …上に支持された管体 1 0 を上方に持ち上げ、所定の押圧力で管体 1 0 の内側に配置された一对の基準部 5 2， 5 2 に押し付けて当接させることができるようになっている。

【 0 2 3 0 】

<変位検出器>

変位検出器 5 3 …は、管体 1 0 の外周面 1 2 の半径方向の変位量を検出するものであり、ここでは、管体 1 0 の軸方向位置の異なる 5 箇所それぞれ非接触型のものが設けられている。これら 5 箇所の変位検出器 5 3 …のうち両側の 2 つはそれぞれ一对の基準部 5 2、5 2 と対峙する位置を含む断面の変位量を検出するように配置されている。

【0 2 3 1】

各変位検出器 5 3 …は、管体 1 0 の軸方向に直交する方向から管体 1 0 を挟み込むように配置された光透過型の変位検出器である。このため、管体 1 0 を挟み込むように配置された光照射部と受光部とが一組となってそれぞれの変位検出器 5 3 をなしており、光照射部から照射された光（たとえばレーザ光）のうち管体によって遮られず透過した光を受光部によって検出し、これによって管体 1 0 の外周面 1 2 の表面位置を検出するようになっている。

【0 2 3 2】

各変位検出器 5 3 …の検出域 5 3 1、5 3 2 は、図 1 7 等に示すように、管体 1 0 の直径を超える高さ方向の幅を有しており、各変位検出器 5 3 は、管体 1 0 の外周面の一箇所の変位量だけではなく、それに対向する位置（管体 1 0 の周方向について半周分異なる位置、1 8 0 度回転した位置、あるいは逆位相位置）の変位量も同時に検出できるようになっている。

【0 2 3 3】

すなわち、この変位検出器 5 3 …では、図 1 0 および図 1 1 の構成の形状測定方法と同様の形状測定が可能となっている。

【0 2 3 4】

以上のような形状測定装置 5 では、一对の基準部 5 2、5 2 を出沒動作させる出沒駆動部 5 2 2、5 2 2、支持ローラ 5 4 …を回転駆動する駆動モータ 5 4 5、5 4 5、支持ローラ 5 4 …を上下動作させる上下駆動シリンダ 5 4 6、5 4 6、および管体 1 0 の形状測定を行う変位検出器 5 3 …等の各動作部の動作を制御する図示しないコントローラを備えており、形状測定手順の各タイミングにおいて、各動作部の動作を制御するようになっている。形状測定手順は、具体的には、以下の例を挙げることができる。

【 0 2 3 5 】**< 形状測定手順 >**

この形状測定装置 5 による形状測定作業は、一对の基準部 5 2， 5 2 を出沒駆動部 5 2 2， 5 2 2 の出沒動作によって両外側に退避させた状態で、管体 1 0 を任意の搬送装置または測定作業者が手動で搬送して支持ローラ 5 4 … の小径部 5 4 1 … 上に載せる。

【 0 2 3 6 】

そして、出沒駆動部 5 2 2， 5 2 2 の出沒動作によって一对の基準部 5 2， 5 2 を管体 1 0 の内側に挿入し、この状態で上下駆動シリンダ 5 4 6， 5 4 6 によって支持ローラ 5 4 … とともに、その上に載せられた管体 1 0 を持ち上げる。

【 0 2 3 7 】

管体 1 0 の内周面 1 0 に一对の基準部 5 2， 5 2 が当接すれば、所定の押し付け圧で管体 1 0 を一对の基準部 5 2， 5 2 に押し付けたまま、駆動モータ 5 4 5， 5 4 5 により連動ローラ 5 4 4 および支持ローラ 5 4 … を介して管体 1 0 を回転させる。

【 0 2 3 8 】

このとき、各変位検出器 5 3 … により、管体 1 0 の各軸方向断面における外周面 1 2 の半径方向の変位量が検出される。

【 0 2 3 9 】

管体 1 0 を一回転以上させて、周方向について全周の変位量を検出すれば、上記と逆の手順で、管体 1 0 の回転を止め、管体 1 0 を下げて基準部 5 2， 5 2 との当接状態を解除し、一对の基準部 5 2， 5 2 を再び両外側に退避させて、形状測定の終了した管体 1 0 が取り出される。

【 0 2 4 0 】**< 作用効果 >**

このように構成された形状測定装置 5 では、上述した図 1 0 および図 1 1 の構成の形状測定方法と同様の作用効果を奏することができる。

【 0 2 4 1 】

さらに、この自動型の形状測定装置 5 では、管体 1 0 が支持ローラ 5 4 … 上に

載せられれば、自動的にその形状測定を行うことができるため、自動化ラインに容易に組み込むことができる。

【 0 2 4 2 】

また、管体 1 0 を支持する支持ローラ 5 4 …は、管体 1 0 への回転駆動力の伝達、管体 1 0 の軸方向の位置決め、管体 1 0 の上下移動動作、管体 1 0 を下側から支持して基準部 5 2、5 2 との当接状態の維持という各機能を同時に果たすため、管体 1 0 の形状測定位置へのセッティングや形状測定のための動作部を集約して動作部の数が少ない構造を実現している。また、多数の部品が測定対象である管体 1 0 に接触する部品の数も少ない。これにより、誤差要因を排除して正確な形状測定に寄与することができ、また、形状測定について高い信頼性を得ることができる。

【 0 2 4 3 】

また、支持ローラ 5 2 …は、管体 1 0 をその両端部で支持するため、変位測定器 5 3 …によって、一对の基準部 5 2、5 2 が当接する断面をも変位測定対象とすることができる。これにより、上述したように、管体 1 0 の肉厚分布等を得ることができ、管体 1 0 の形状をより詳細に特定することができる。

【 0 2 4 4 】

また、非接触型の変位検出器 5 3 …が用いられているため、管体 1 0 の外表面に損傷を与えることがない。

【 0 2 4 5 】

また、この非接触型の変位検出器 5 3 …は、光透過型の変位検出器であるため、光を遮る管体 1 0 の外周面 1 2 近傍では光が回折して受光部に到達し、必要以上に微細な外周面 1 2 の形状凹凸を捨象した検出結果が得られる。このため、必要以上に微細な表面欠陥による外周面 1 2 の変位量を除いた適切な検出結果を容易に得ることができる。

【 0 2 4 6 】

また、一对の基準部 5 2、5 2 は、管体 1 0 を形状測定装置 5 にセットするにあたり、管体 1 0 の軸方向に直交する方向について移動しないため、基準部として固定されるべき方向についてその位置が安定し、正確な形状測定に寄与するこ

とができる。

【0247】

(検査装置)

次に、本発明にかかる管体の検査装置について説明する。

【0248】

図21は、この検査装置6の構成を示す機能ブロック図である。

【0249】

この検査装置6は、上述した自動型の形状測定装置5と、形状測定装置5によって検出された管体10の外周面の変位量データから外周面のフレ量を算出するフレ量算出部61と、管体10の外周面12のフレ量の許容範囲が設定され、記憶される許容範囲記憶部62と、フレ量算出部61において算出された管体10のフレ量が許容範囲内にあるか否かを検査する比較部63と、この検査結果を出力する出力部64とを備えている。

【0250】

フレ量算出部61、許容範囲記憶部62、比較部63、および出力部64は、具体的には、コンピュータ上でそれぞれの機能を果たすソフトウェアおよびハードウェアから構成される。

【0251】

これらフレ量算出部61、許容範囲記憶部62および比較部63において取り扱われるフレ量は、は、たとえば形状測定装置5により管体10の軸方向について5箇所（5断面）における外周面12の変位量を検出する場合であれば、5箇所すべてのフレ量としても、あるいは、そのうちの一部としてもよい。

【0252】

また、複数箇所（例えば5箇所）のフレ量を用いる場合であっても、最終検査結果で合格とする条件としては、全てのフレ量がそれぞれが所定の許容範囲内にあることとしても、複数箇所のフレ量を組み合わせた結果が所定の許容範囲内にあることとしてもよい。フレ量の組み合わせとは、たとえば、複数箇所のフレ量のいずれもが所定の範囲内にあり、かつこれらフレ量の合計が所定の範囲内にあること等を挙げることができる。

【 0 2 5 3 】

なお、ここでは、形状測定装置 5 で検出された管体 1 0 の外周面の変位量の生データを加工して、外周面のフレ量等の管体 1 0 の形状を表現する指標値等を算出する算出手段を、形状測定装置 5 の外側に表現したが、形状測定装置 5 自身がこのような算出手段を有していてもよいことはいうまでもない。また、その算出結果を出力する出力手段を有していてもよい。

【 0 2 5 4 】

(製造システム)

次に、本発明にかかる管体の製造システムについて説明する。

【 0 2 5 5 】

図 2 2 は、この製造システム 7 の構成を示す機能ブロック図である。

【 0 2 5 6 】

この製造システム 7 は、管体 1 0 を製管する製管装置 7 1 と、上述した検査装置 6 と、検査装置 6 の検査結果に基づいて管体 1 0 を完成品とするか否かを判定する合否判定部 7 2 とを備えている。

【 0 2 5 7 】

製管装置 7 1 は、たとえば感光ドラム素管を押出成形および引き抜き成形を組み合わせることによって製管するものである。具体的には、アルミニウム合金製の感光ドラム素管を製管する場合であれば、原料を溶解させて押出加工材料を製造する工程、押出工程、引き抜き加工工程、矯正工程、所定長さへの切断工程、洗浄工程等を実行する各機械装置の集合として構成されている。

【 0 2 5 8 】

こうして製管された管体 1 0 は、上述した検査装置 6 において形状が所定の許容範囲内にあるか否かが検査され、合否判定部 7 2 は、この検査結果に基づいて所定の許容範囲内にあるのであれば、その管体 1 0 を完成品と判定する。

【 0 2 5 9 】

この製造システム 7 においては、製管装置 7 1 から検査装置 6 の形状測定装置 5 に管体 1 0 を自動搬送する自動搬送装置を備えていることが望ましい。

【 0 2 6 0 】

また、合否判定部 7 2 において合格とされた完成品と、不合格と判定された不良被疑品とを異なる場所を選別して搬送する搬送装置を備えることが望ましい。

【0 2 6 1】

また、検査装置 6 が備える管体の形状測定装置 5 において、管体 1 0 に発生している不良の種類や特徴等が判別された場合には、これを製管装置 7 1 にフィードバックするフィードバック機能を備え、これにより不良管の発生を未然に防止するようにすることが好ましい。

【0 2 6 2】

(その他の実施形態)

以上、本発明を実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記に限定されず、以下のように構成してもよい。

【0 2 6 3】

(1) 上記実施形態では、一对の基準部を管体の使用時における支持予定位置に当接させたが、管体の内周面であれば他の位置であってもよい。ただし、支持予定位置の近傍であることが望ましい。支持予定位置と断面形状が近似している可能性が高いためである。

【0 2 6 4】

(2) 上記実施形態においては、管体 1 0 の軸方向を略水平方向にして形状測定を行ったが、管体 1 0 の軸方向を略鉛直方向に立てて形状測定を行うようにしてもよい。このようにすると、管体 1 0 が自重でたわむことが軽減されるため、管体 1 0 本来の形状を測定することができる。

【0 2 6 5】

(3) 上記実施形態においては、一对の基準部と管体との当接部分を通る仮想的な直線に対峙する位置、およびそれと対向する位置を変位量の検出位置としたが、周方向について他の位置を検出位置としてもよい。

【0 2 6 6】

(4) 上記実施形態においては、変位量の検出位置を複数設けたが、少なくとも 1 つあればよい。

【0 2 6 7】

(5) 上記実施形態においては、形状測定対象である管体 1 0 として感光ドラム素管を挙げたが、これに限らず、複写機等に用いられる搬送ローラ、現像ローラ、転写ローラでも好適に適用できる。その他、管体であれば本発明の測定対象となりうる。

【0 2 6 8】

(6) 上記実施形態においては、一对の基準部が管体に当接する位置は、手動機では管体の内周面の側方、自動機では管体の内周面の下方（底面）としたが、これに限らず管体の内周面の上方（天井面）や斜めでもよい。

【0 2 6 9】

(7) 上記実施形態においては、変位検出器として、手動型の形状測定装置 4 では管体 1 0 の外周面に接触する接触型検出器を、自動型の形状測定装置 5 では管体 1 0 の外周面に接触しない光透過型の検出器（透過式の光学式センサ）を例示したが、変位検出器としては、管体 1 0 の外周面 1 2 の半径方向の変位量が得られればこれらに限定するものではない。変位検出器としては、たとえば、非接触で検出できる反射型の光学式センサ、非接触で検出でき、材料を選ばず汎用的な画像処理用の CCD カメラやラインカメラ、非接触で検出でき、高精度、高速、環境に強く、かつ安価なうず電流式の変位センサ、非接触で検出でき、高精度な静電容量式の変位センサ、非接触で検出できるエアール（差圧）式の変位センサ、あるいは、非接触で検出でき、長距離計測が可能な超音波式変位センサ等、種々の測定原理に基づく検出器を採用することができる。

【0 2 7 0】

【発明の効果】

以上のように、本発明にかかる管体の形状測定方法によれば、管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記管体の外側であって、前記管体の周方向について固定された少なくとも 1 の位置に置いて、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出するようにしたため、内周面を基準とした外周面のフレ、すなわち管体の偏肉の影響を加味したフレを測定することができる。し

たがって、内周面を回転支持される用途に供される管体に対して、その使用状態に近似した測定を行うことができる。また、測定される外周面のフレには偏肉の影響が加味されているから、管体の肉厚を別途測定する場合のような測定機器バラツキの累積や過剰品質の要求を防止できる。また、測定される外周面のフレには偏肉の影響が加味されているから、測定の短時間化を図ることができる。また、内周面側に基準を当接させて外周面側を計測するだけであるから、簡素な構成で実現でき、測定誤差の累積を可及的に低減して、形状測定の高い精度を得ることができる。また、内周面側には基準部を当接させることができればよいので、内径の小さい管体の形状測定にも好適に採用することができる。

【0271】

また、前記一对の基準部を前記管体の使用時における支持予定位置に当接させるようにすると、管体の実際の使用時に回転動作等の基準となる部分を基準として形状測定することができるため、より実際に即した測定を行うことができる。

【0272】

また、前記一对の基準部を前記管体の内周面にそれぞれ略点接触状態で当接させるようにすると、測定基準を明確に特定した形状測定を行うことができる。

【0273】

また、前記一对の基準部を水平方向に並べて配置すると、管体はその軸方向を略水平にした姿勢となるが、管体がこの姿勢で使用される場合には、その使用時に近似した測定結果を得ることができる。

【0274】

また、前記一对の基準部を鉛直方向に並べて配置すると、重力により管体の軸方向中央部がたわむことを防止して、管体本来の形状を測定することができる。

【0275】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の内周面と前記一对の基準部とが当接する2つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置のうち、少なくとも1の位置を含むようにすると、前記仮想的な直線に管体の外側から対峙する位置は、管体の外周面の半径方向の変位量が、管体の回転中心位置のずれの影響を最も受けにくい位置であるため、このような位置を変位

量の検出位置に含めば、管体の回転中心位置にずれが生じた場合であっても、安定した測定を行うことができ、高い信頼性を有する測定結果を得ることができる。

【0 2 7 6】

また、本発明にかかる管体の形状測定方法によれば、管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記管体の内周面と前記一对の基準部とが当接する2つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する少なくとも1の位置において、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出するようにしたため、内周面を基準とした外周面のフレ、すなわち、管体の偏肉の影響が加味された外周面のフレを測定することができる。そして、前記仮想的な直線に管体の外側から対峙する位置は、管体の外周面の半径方向の変位量が、管体の回転中心位置のずれの影響を最も受けにくい位置であるため、このような位置を変位量の検出位置としたことにより、管体の回転中心位置にずれが生じた場合であっても、安定した測定を行うことができ、高い信頼性を有する測定結果を得ることができる。

【0 2 7 7】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の外側から前記一对の基準部に対峙する位置以外の位置を含むようにすると、管体の肉厚を加味した外周面の変位量を測定することができる。

【0 2 7 8】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の外側の複数の位置を含むようにすると、管体の外側の複数の位置における外周面のフレを測定ことができ、これらを組み合わせることで管体の形状をより具体的に把握することができる。

【0 2 7 9】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が異なる複数の位置を含むようにすると、管体の軸方向位置が異なる複数の位置において外周面のフレを測定ことができ、これらを組み合わせることで管体の軸方向についての

形状の変化を把握することができる。

【0 2 8 0】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が一致し、周方向位置が異なる複数の位置を含むようにすると、これら複数の位置で検出される変位量を組み合わせることにより、この軸方向位置における管体の断面形状をより具体的に把握することができる。

【0 2 8 1】

また、前記変位量の検出位置には、前記管体の軸方向位置が一致し、周方向位置が半周分異なる2つの位置を含むようにすると、これら2つの位置において検出される変位量を組み合わせることにより、これら2つの位置を通る管体の直径を求めることができ、これにより、より具体的に管体の形状を把握することができる。

【0 2 8 2】

また、前記変位量の検出位置には、前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置を含むようにすると、基準部と当接している部分における管体の肉厚を検出することができる。そして、この肉厚を他の検出位置における検出結果と組み合わせることで、より具体的に管体の形状を把握することができる。たとえば、管体の両端近傍の外周面を基準として他の部位の外周面の変位を計測する従来の検査に準じた検査結果も算出することが可能である。

【0 2 8 3】

また、本発明にかかる管体の形状測定方法によれば、管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置と、前記管体と前記一对の基準部とが当接する2つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置であって、前記一对の基準部に対峙する位置以外の少なくとも1の位置とにおいて、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出するようにし

たため、基準部に対峙する位置の外周面の変位量から基準部と当接している部分における管体の肉厚を検出することができる。また、前記仮想的な直線に対峙する位置の外周面の変位量から、管体の内周面を基準とした外周面のフレ、すなわち、管体の偏肉の影響が加味された外周面のフレを測定することができる。とくに前記仮想的な直線に管体の外側から対峙する位置は、管体の外周面の半径方向の変位量が、管体の回転中心位置のずれの影響を最も受けにくい位置であるため、このような位置を変位量の検出位置としたことにより、管体の回転中心位置にずれが生じた場合であっても、安定した測定を行うことができ、高い信頼性を有する測定結果を得ることができる。そして、こうして検出された管体の肉厚と管体の偏肉の影響が加味された外周面のフレと組み合わせることで、より具体的に管体の形状を把握することができる。たとえば、管体の両端近傍の外周面を基準として他の部位の外周面の変位を計測する従来の検査に準じた検査結果も算出することが可能である。

【 0 2 8 4 】

また、本発明にかかる管体の形状測定方法によれば、管体の両側端部近傍の内周面に一对の基準部を当接させ、前記一对の基準部の位置を固定した状態で、前記管体と前記一对の基準部との当接部分が前記管体の内周面上で周方向にずれていくように前記管体を回転させ、前記一对の基準部の少なくともいずれか一方に対峙する前記管体の外側の位置と、この位置と周方向位置が半周分異なる位置と、前記管体と前記一对の基準部とが当接する 2 つの当接部分を通る仮想的な直線に対し、前記管体の外側から対峙する位置であって、前記一对の基準部に対峙する位置以外の少なくとも 1 の位置とにおいて、前記管体の回転に伴う前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出するようにしたため、基準部に対峙する位置の外周面の変位量から基準部と当接している部分における管体の肉厚を検出することができる。また、この基準部に対峙する位置の外周面の変位量と、この位置と周方向位置が半周分異なる位置の変位量とからこれら 2 つの位置を通る管体の直径を求めることができる。また、前記仮想的な直線に対峙する位置の外周面の変位量から、管体の内周面を基準とした外周面のフレ、すなわち、管体の偏肉の影響が加味された外周面のフレを測定することができる。とくに前記仮想的な直線

に管体の外側から対峙する位置は、管体の外周面の半径方向の変位量が、管体の回転中心位置のずれの影響を最も受けにくい位置であるため、このような位置を変位量の検出位置としたことにより、管体の回転中心位置にずれが生じた場合であっても、安定した測定を行うことができ、高い信頼性を有する測定結果を得ることができる。そして、こうして検出された管体の肉厚と、管体の直径と、管体の偏肉の影響が加味された外周面のフレと組み合わせることで、より具体的に管体の形状を把握することができる。たとえば、管体の両端近傍の外周面を基準として他の部位の外周面の変位を計測する従来の検査に準じた検査結果も算出することが可能である。

【 0 2 8 5 】

また、前記管体の回転は、1回転以上とすると、管体の周方向について全周の形状を検出することができる。

【 0 2 8 6 】

また、前記変位量の検出は、前記管体を回転させる全期間または一部期間において連続的に行うようにすると、管体の周方向について局所的な形状変化も検出することができる。

【 0 2 8 7 】

また、前記変位量の検出は、前記管体を回転させる間に断続的に行うこととすると、管体の外周面の変位量を簡易に検出することができる。

【 0 2 8 8 】

また、前記管体の回転は断続的に停止させ、前記変位量の検出は、前記管体の回転が停止しているときに行うようにすると、管体の外周面の変位量について安定した検出ができる。

【 0 2 8 9 】

また、前記変位量の検出は、前記管体の外周面に接触する検出器を用いて行うこととすると、管体の外周面の変位量について確実な検出ができる。

【 0 2 9 0 】

また、前記変位量の検出は、前記管体の外周面と接触しない検出器を用いて行うこととすると、管体の外周面を傷めるおそれなく、管体の外周面の変位量を検

出すことができる。

【0291】

また、前記変位量の検出は、前記管体に対してその外側から光を照射し、前記管体によって遮られず透過した光を検出することによって行うこととすると、管体の外周面の変位量を容易かつ正確に検出することができる。

【0292】

また、本発明にかかる管体の検査方法によると、上記のいずれかに記載の管体の形状測定方法により管体の形状を測定し、この測定結果に基づいて、前記管体の形状が予め設定された所定の許容範囲内にあるか否かを検査するため、管体の形状が許容範囲内にあるか否かを判別することができる。

【0293】

また、本発明にかかる管体の製造方法によると、管体を製管し、上記の管体の検査方法により前記管体の形状を検査し、この検査結果において前記管体の形状が前記所定の許容範囲内にある場合には、その管体を完成品と判定するため、過剰品質に陥ることなく、必要十分な形状精度を持った管体を提供することができる。

【0294】

また、本発明にかかる管体の形状測定装置によると、管体の両側端部近傍の内周面にそれぞれ当接する一对の基準部と、前記管体の外側に設けられ、前記管体の外周面の半径方向の変位量を検出する少なくとも1の変位検出器と、を備え、前記変位検出器は、前記一对の基準部が前記管体の内周面に当接した状態のまま、前記管体側の前記一对の基準部との当接部分が周方向にずれていくように前記管体が回転したときに、この管体の回転に伴う変位量を検出するため、内周面を基準とした外周面のフレを測定することができる。すなわち、測定される外周面のフレは、たとえば測定対象である管体が内周面を回転支持される場合等における、管体の偏肉の影響が加味されたものとなっている。したがって、このような用途に供される管体に対してその使用状態に近似した測定を行うことができる。また、測定される外周面のフレには偏肉の影響が加味されているから、管体の肉厚を別途測定する場合のような測定機器バラツキの累積や過剰品質の要求を防止

できる。また、測定される外周面のフレには偏肉の影響が加味されているから、測定の短時間化を図ることができる。また、内周面側に基準を当接させて外周面側を計測するだけであるから、簡素な構成で実現でき、測定誤差の累積を可及的に低減して、形状測定の高い精度を得ることができる。また、内周面側には基準部を当接させることができればよいので、内径の小さい管体の形状測定にも好適に採用することができる。

【0 2 9 5】

また、本発明にかかる管体の検査装置によると、上記の管体の形状測定装置と、前記変位検出器によって検出された前記変位量に基づいて、前記管体の形状が予め設定された所定の許容範囲内にあるか否かを検査する比較手段とを備えたため、管体の形状が許容範囲内にあるか否かを判別することができる。

【0 2 9 6】

また、本発明にかかる管体の製造システムによると、管体を製管する製管装置と、上記の管体の検査装置と、前記検査装置による検査結果において前記管体の形状が前記所定の許容範囲内にある場合には、その管体を完成品と判定する合否判定手段と、を備えたため、過剰品質に陥ることなく、必要十分な形状精度を持った管体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明にかかる管体の形状測定方法の原理を示す正面断面図である。

【図 2】

本発明にかかる管体の形状測定方法の原理を示す側面断面図である。

【図 3】

本発明にかかる管体の形状測定方法の原理を示す斜視図である。

【図 4】

形状測定対象である管体（ワーク）の使用状態を示す説明斜視図である。

【図 5】

本発明にかかる管体の形状測定方法における変位量の検出位置の説明図である。

。

【図 6】

(a) は管体の不良例である曲がり管の斜視図、(b) は同断面図である。

【図 7】

(a) は管体の不良例である偏肉管の斜視図、(b) は同断面図である。

【図 8】

(a) は管体の不良例である扁平管の斜視図、(b) は同断面図、(c) は扁平管の形状計測時の状態を示す説明断面図である。

【図 9】

形状測定対象である管体（ワーク）を回転させながら外周面の変位量を検出した結果の例を示すグラフである。

【図 1 0】

本発明にかかる第 2 の形状測定方法の原理を示す正面断面図である。

【図 1 1】

本発明にかかる第 2 の形状測定方法の原理を示す側面断面図である。

【図 1 2】

本発明にかかる管体の形状測定装置を手動型の装置として具現した一実施形態の平面断面図である。

【図 1 3】

同装置の正面断面図である。

【図 1 4】

同装置の側面断面図である。

【図 1 5】

同装置の概略斜視図である。

【図 1 6】

同装置における管体（ワーク）のセッティング手順の説明図である。

【図 1 7】

本発明にかかる管体の形状測定装置を自動型の装置として具現した一実施形態の要部の正面断面説明図である。

【図 1 8】

同装置の要部の側面断面図である。

【図 1 9】

同装置の全体斜視概略図である。

【図 2 0】

管体 1 0 の支持構造の拡大斜視図である。

【図 2 1】

本発明にかかる管体の検査装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図 2 2】

本発明にかかる製管システムの構成を示す機能ブロック図である。

【図 2 3】

従来の管体の形状測定方法の原理を示す説明図である。

【図 2 4】

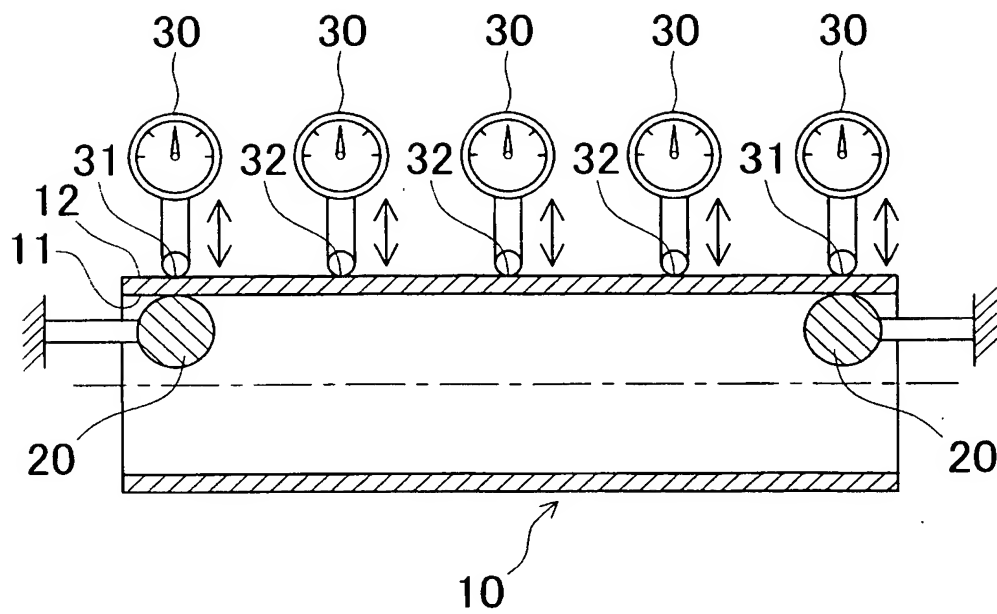
従来の管体の形状測定方法の原理を示す説明図である。

【符号の説明】

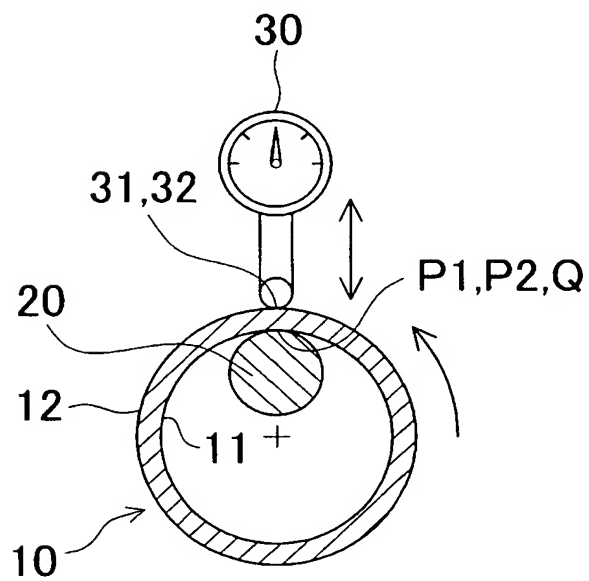
- 1 0 管体（ワーク）
- 1 1 内周面
- 1 2 外周面
- 2 0, 4 2, 5 2 基準部
- 3 0, 4 3, 5 3 変位検出器
- 3 1, 3 2, 3 3, 3 4 変位量の検出位置
- P 1, P 2 当接部分
- Q 仮想的な直線

【書類名】 図面

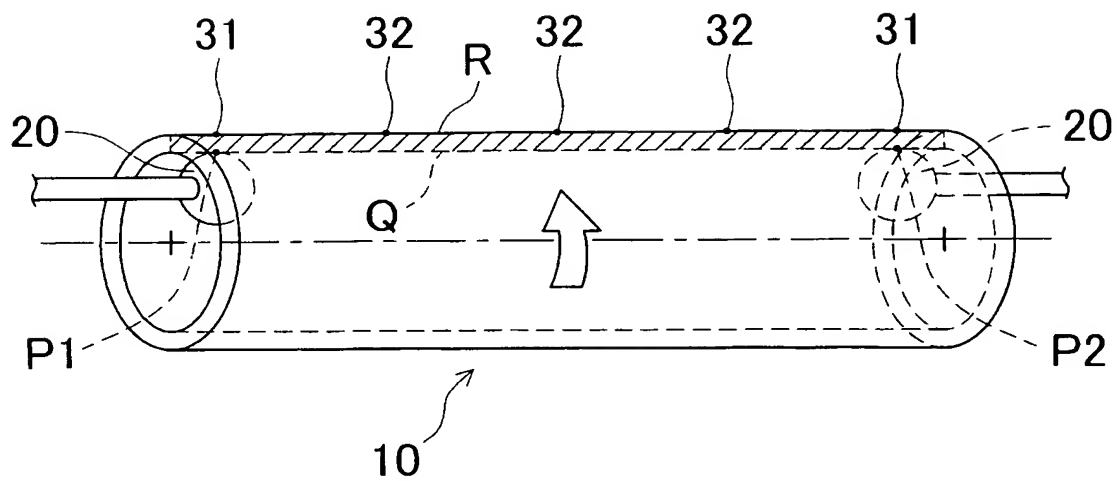
【図 1】



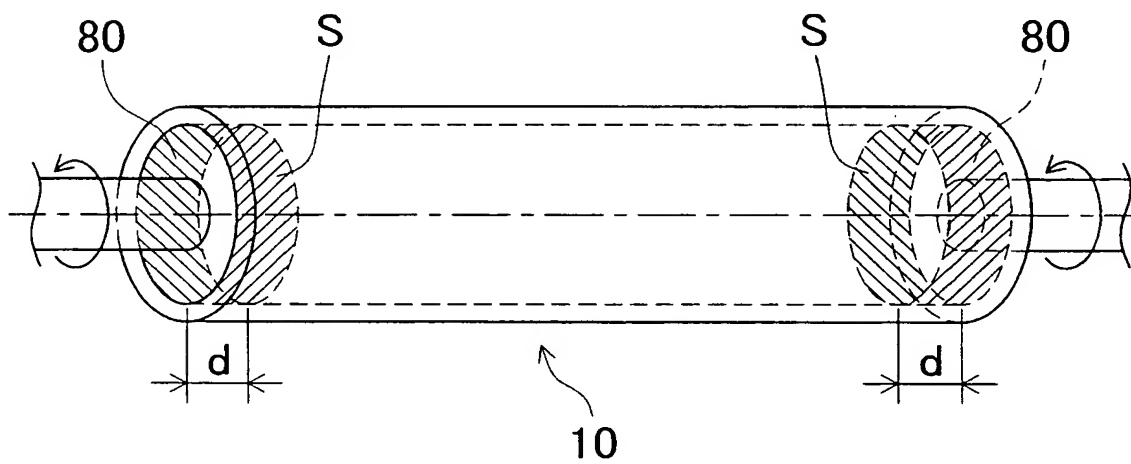
【図 2】



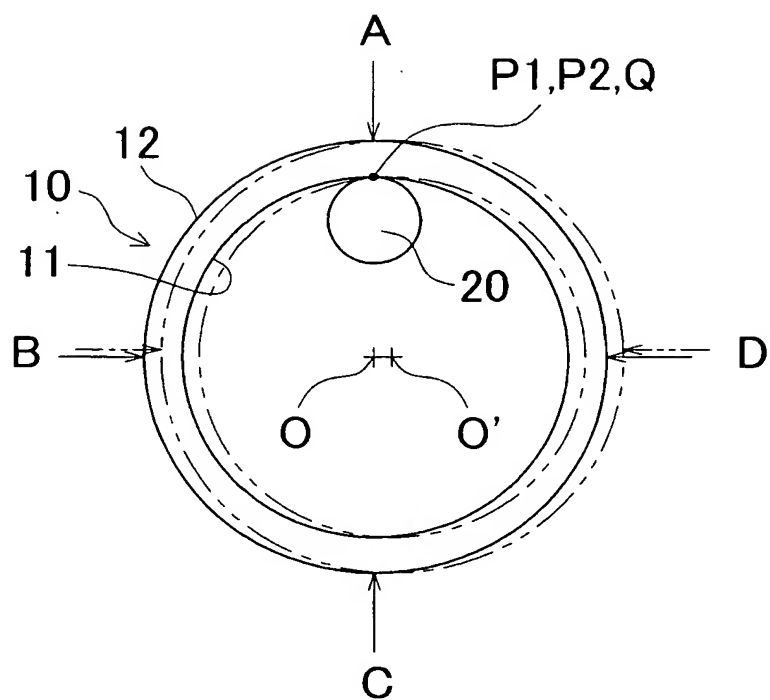
【図 3】



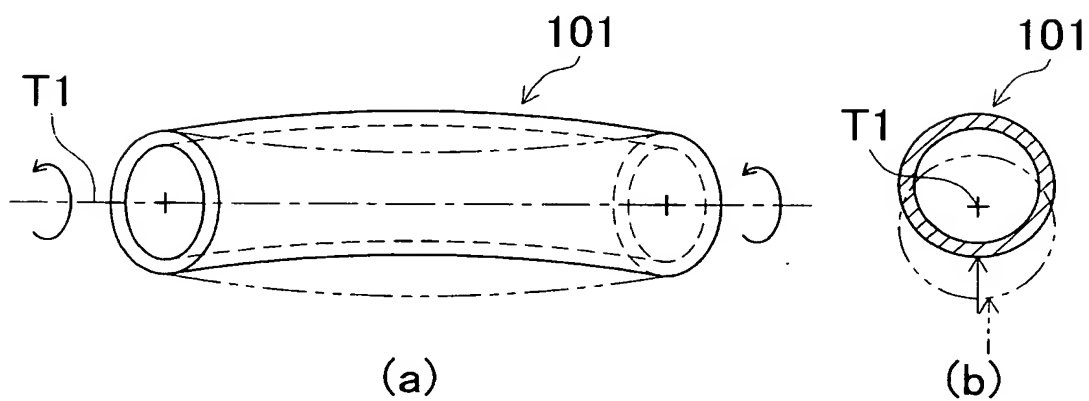
【図 4】



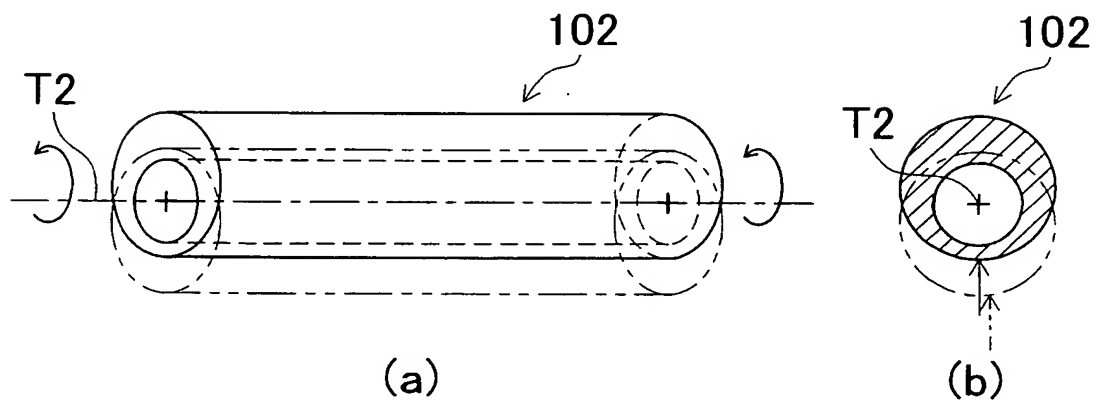
【図 5】



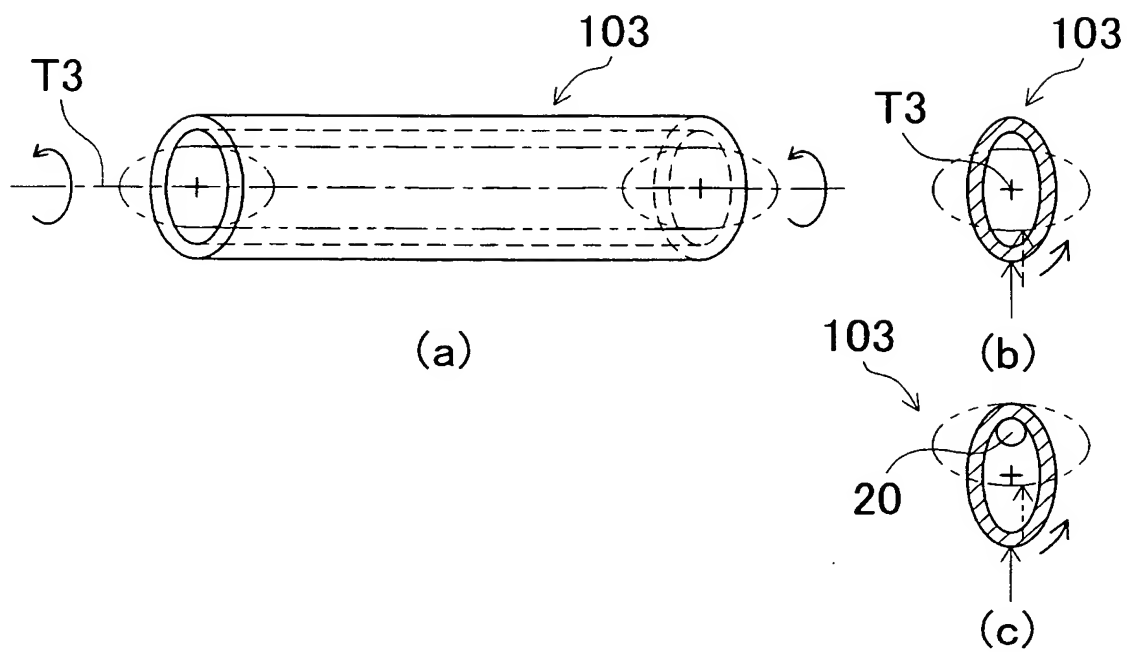
【図 6】



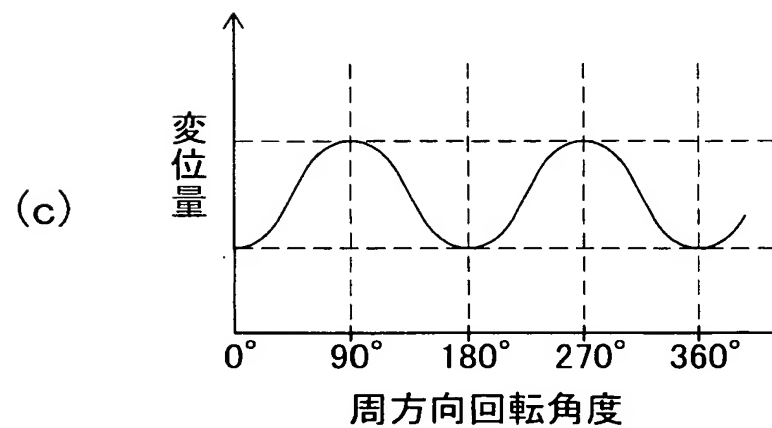
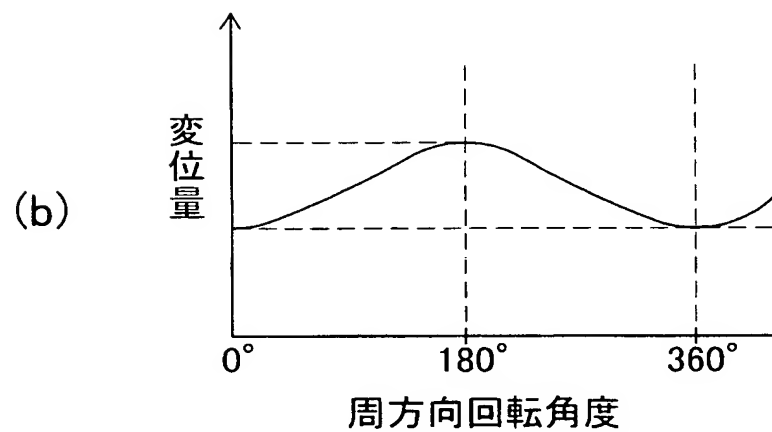
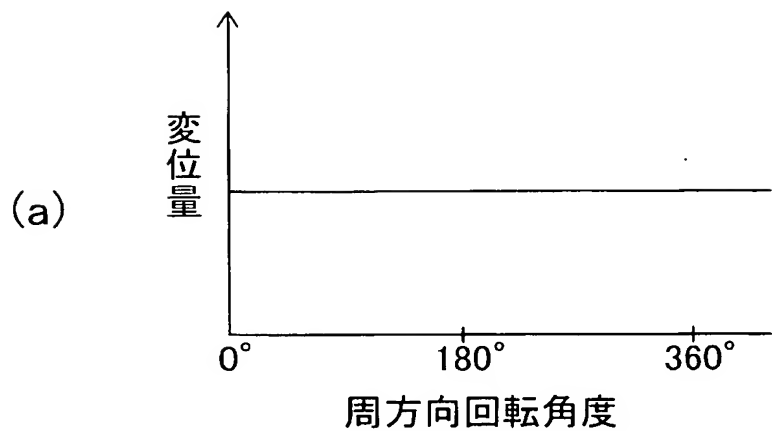
【図 7】



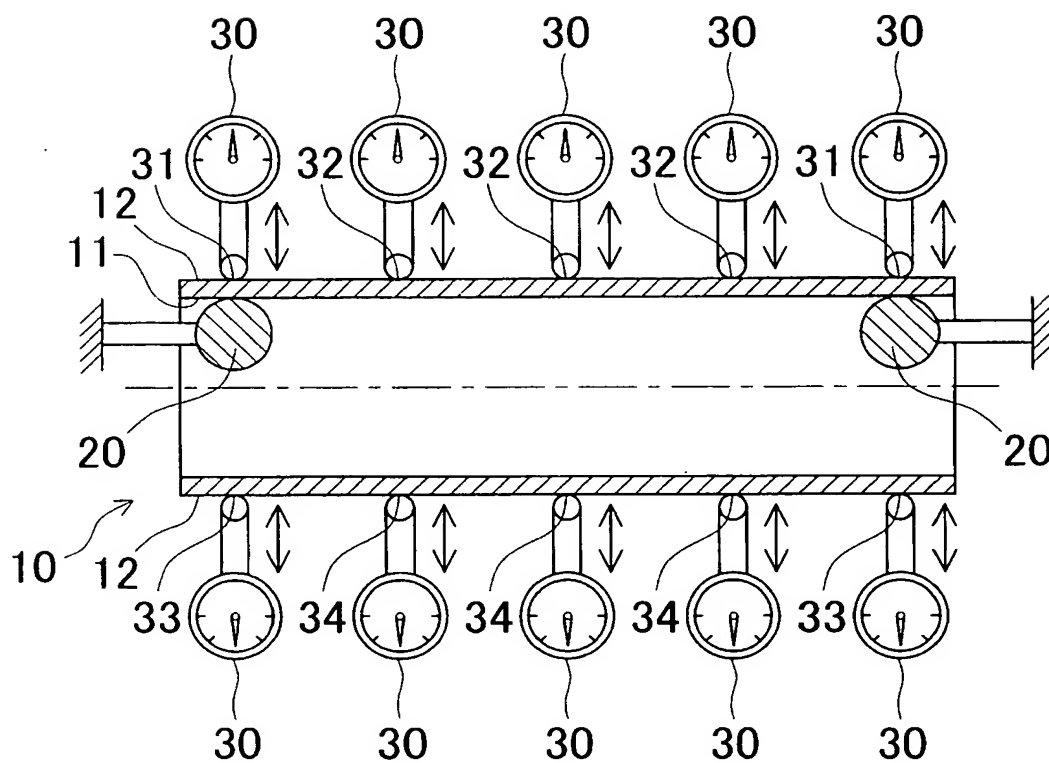
【図 8】



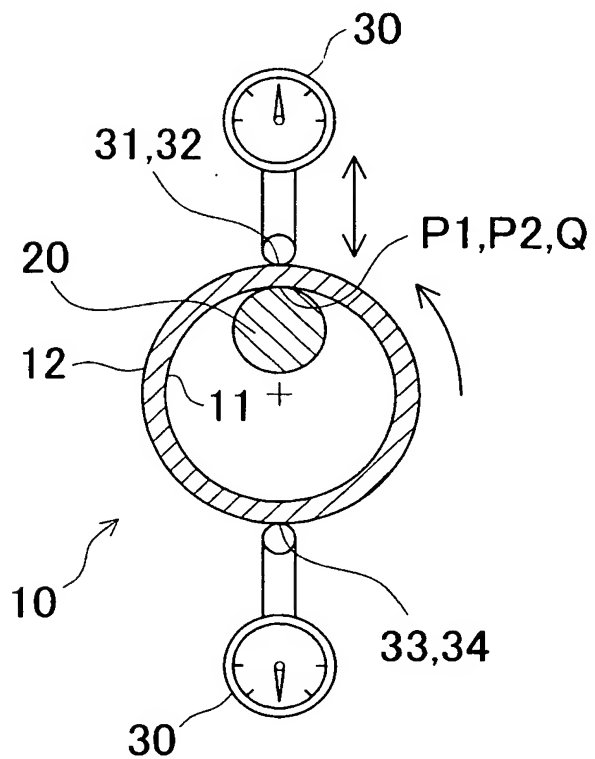
【図 9】



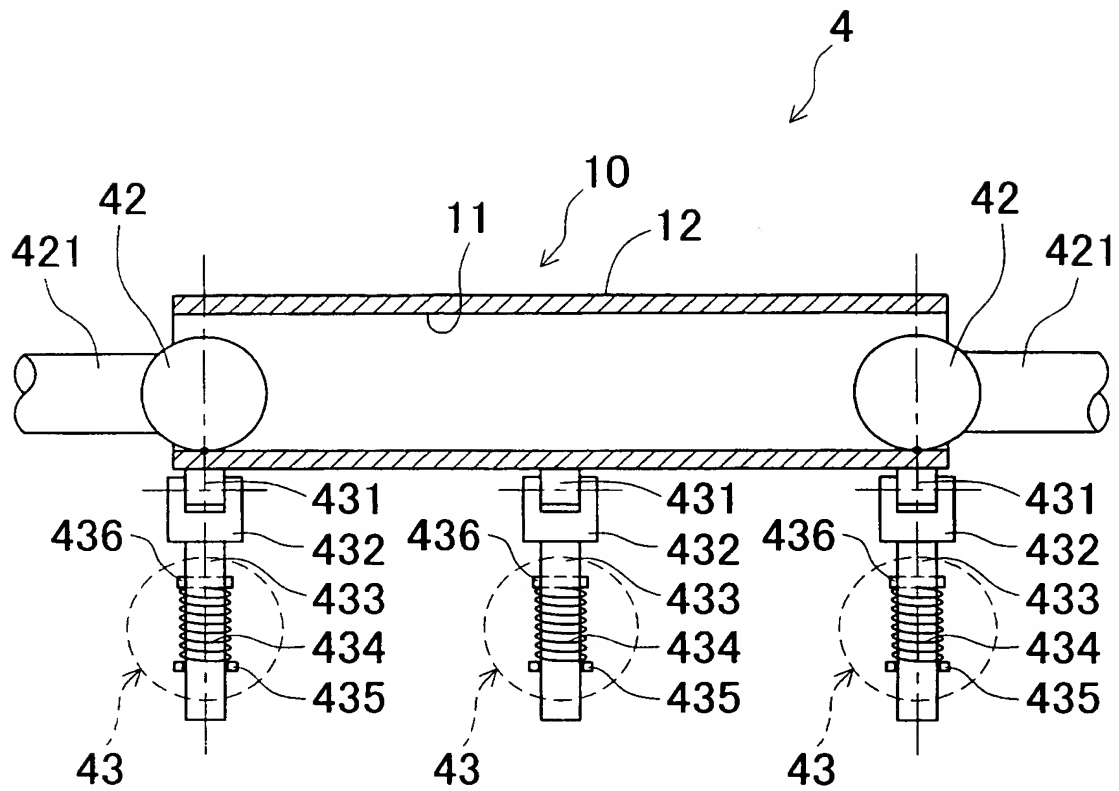
【図 10】



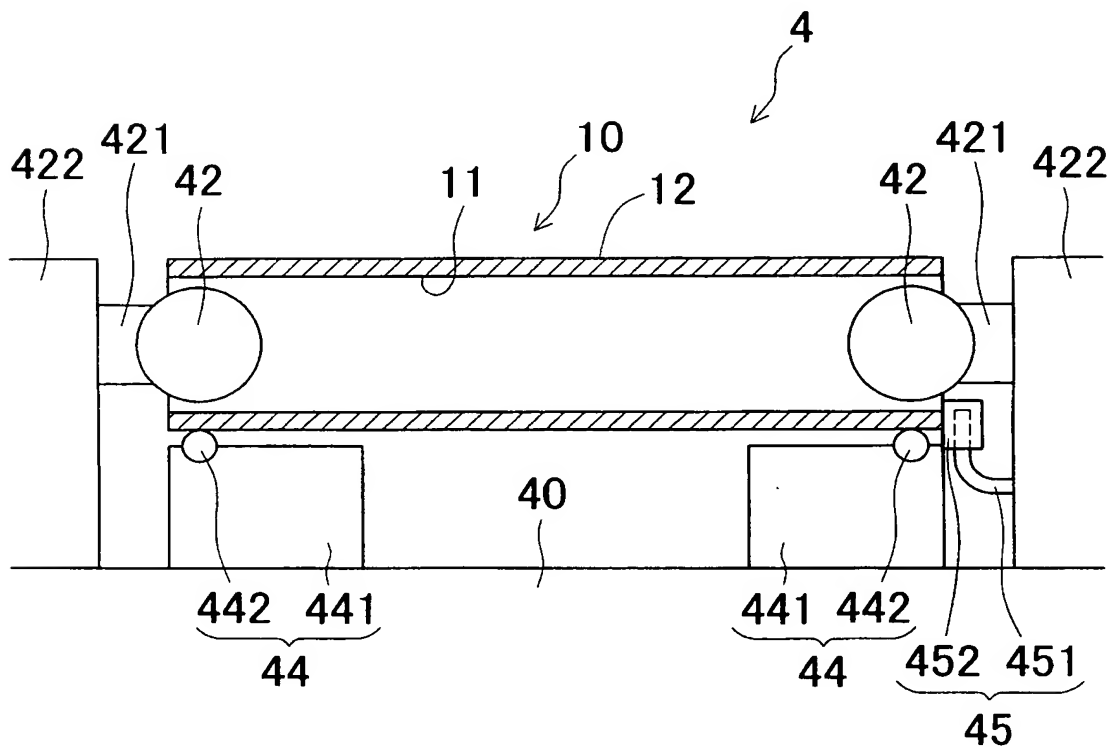
【図 11】



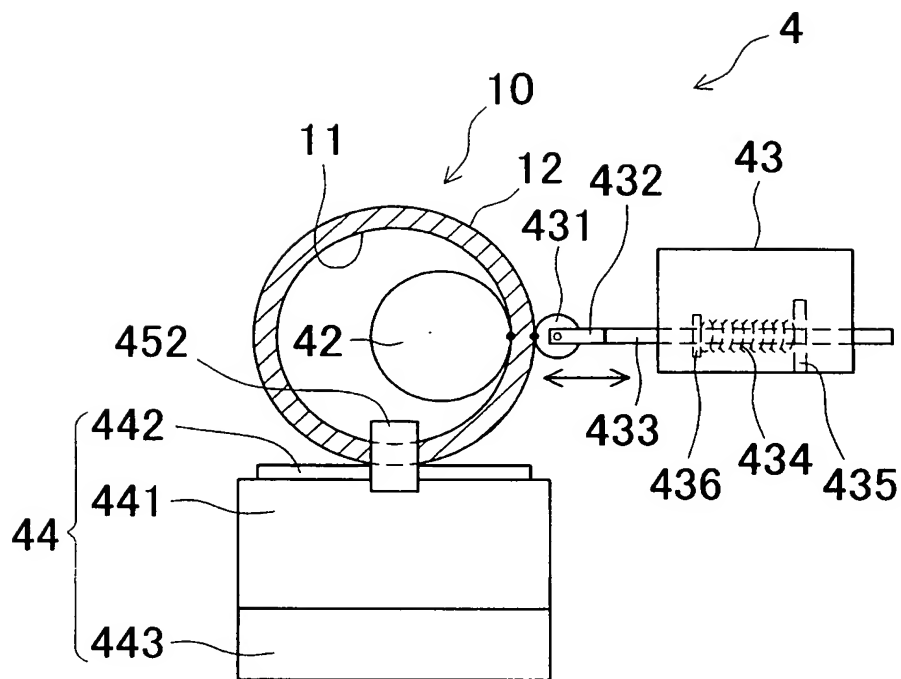
【図 12】



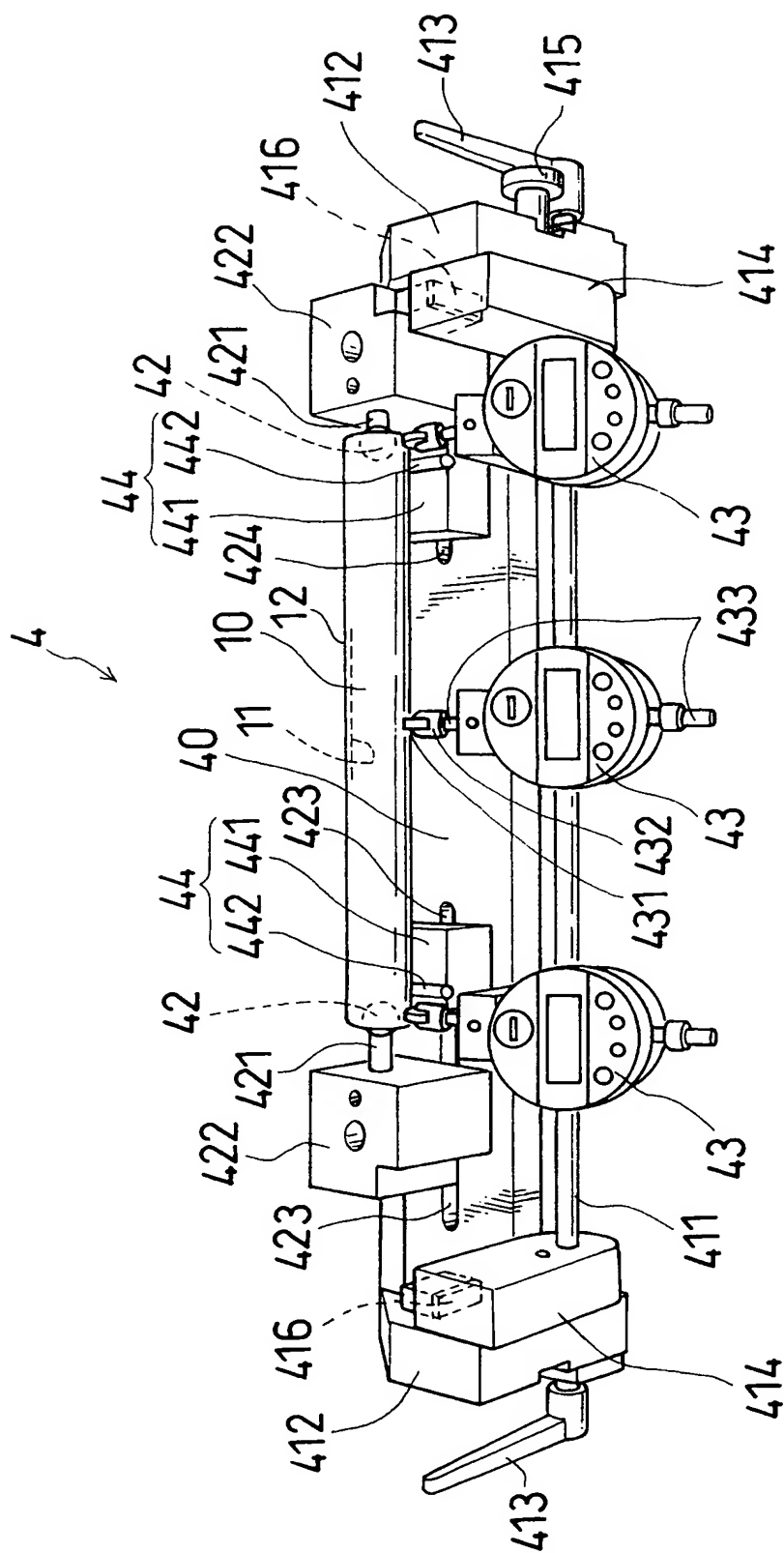
【図 13】



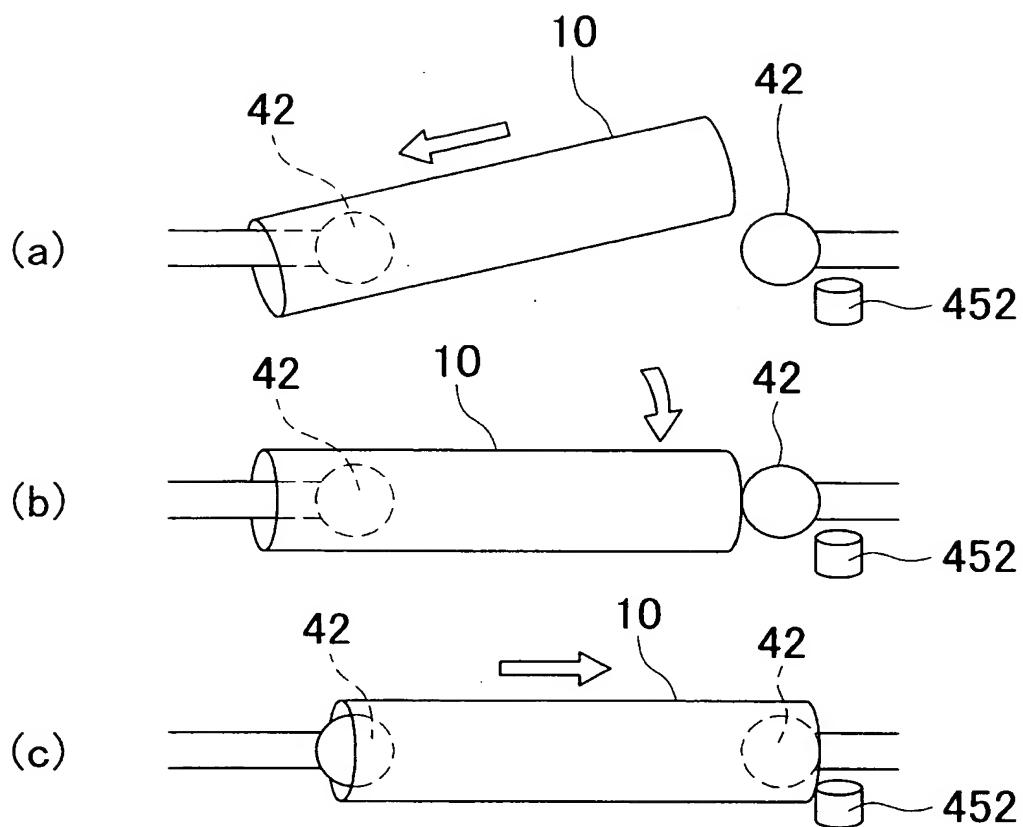
【図 14】



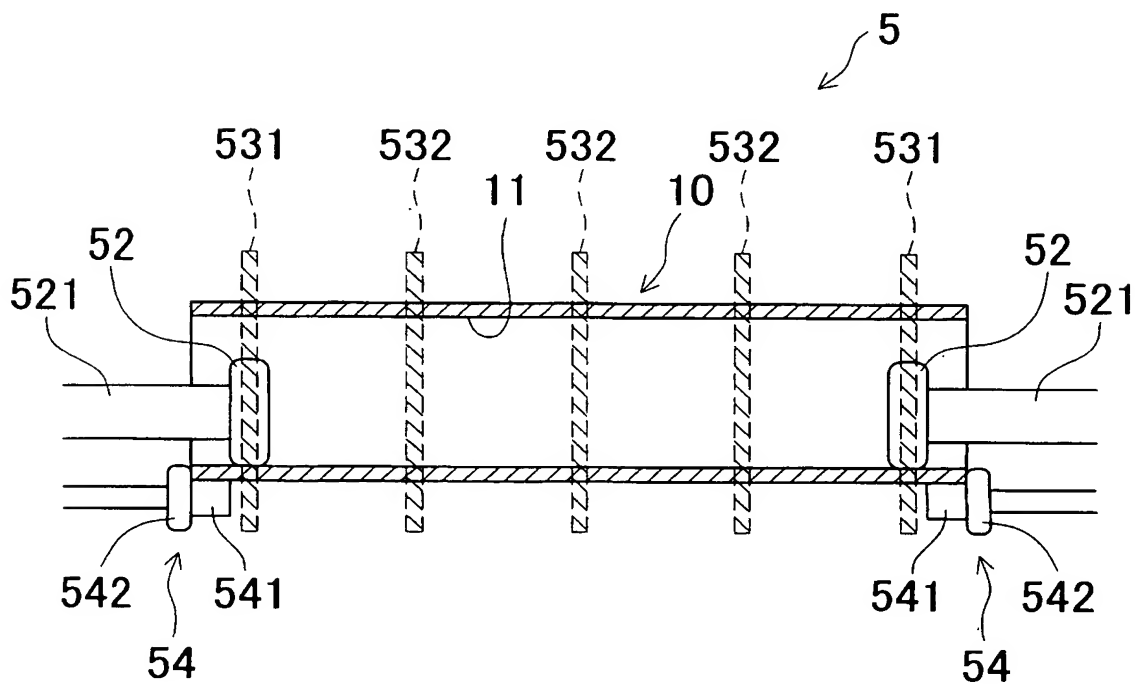
【図 15】



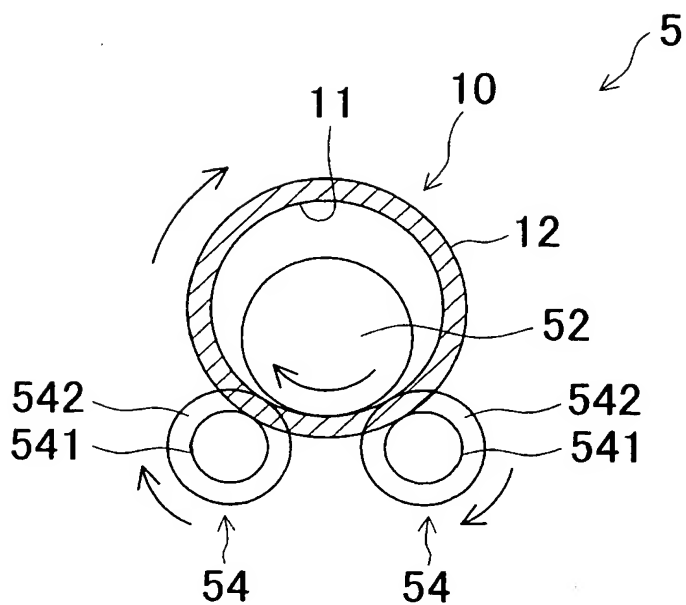
【図 16】



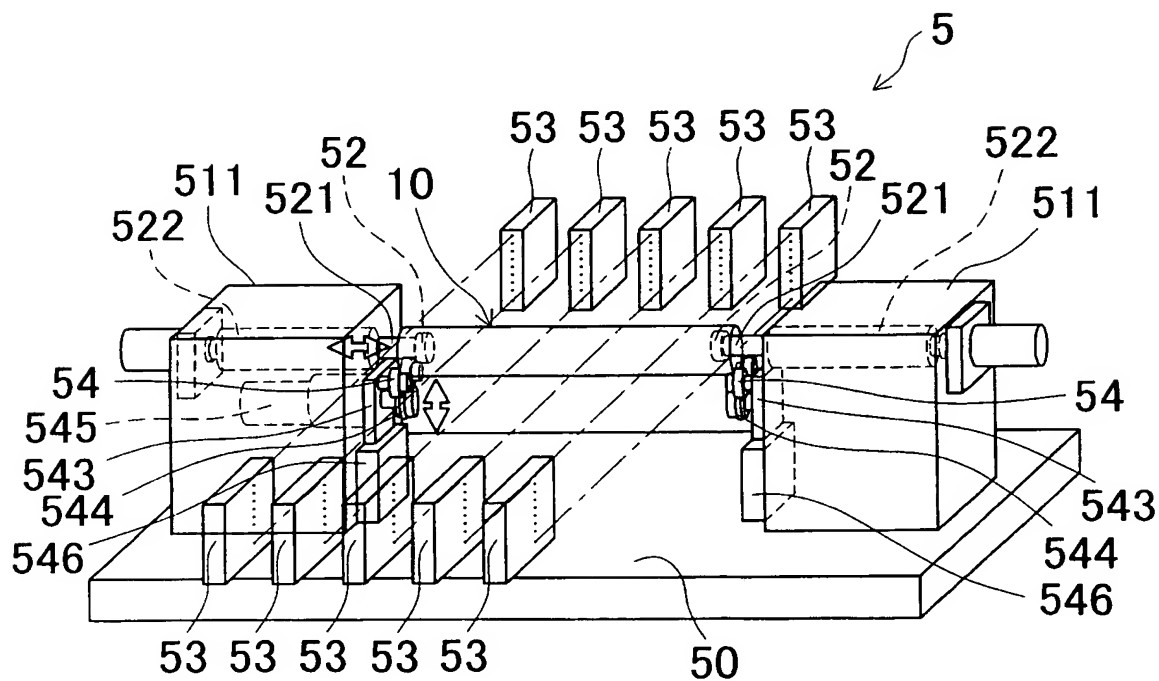
【図 17】



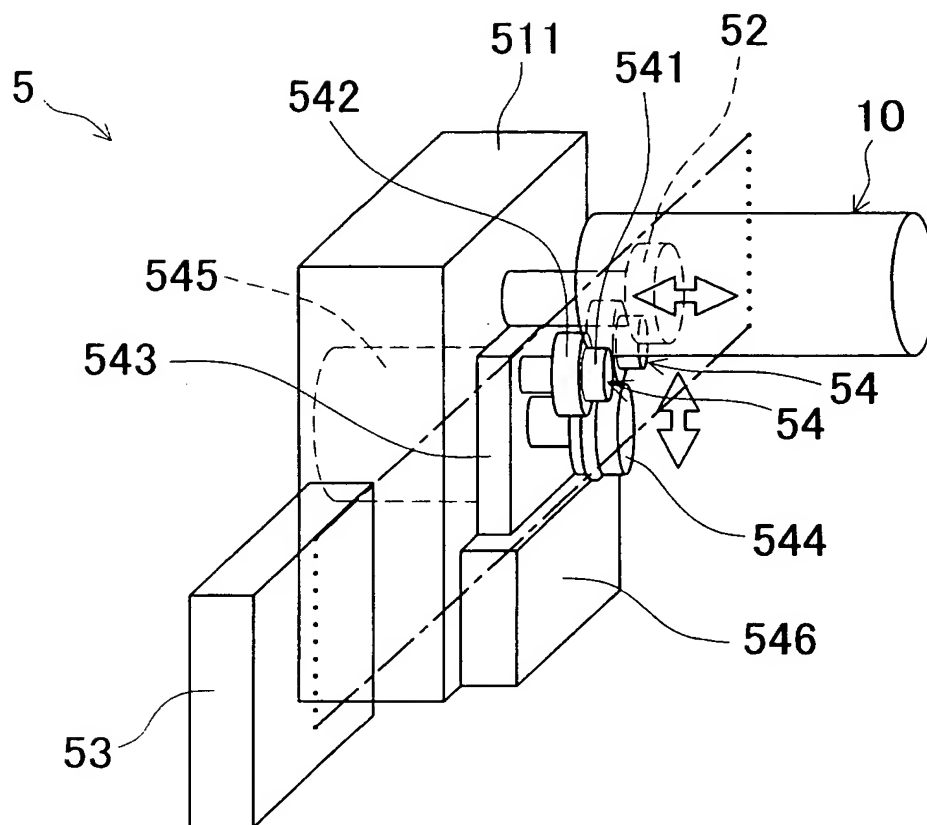
【図 18】



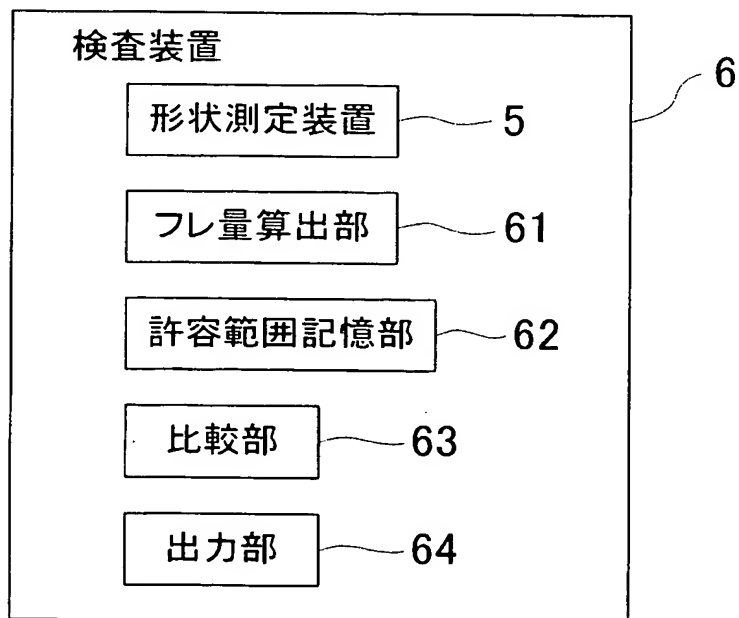
【図 19】



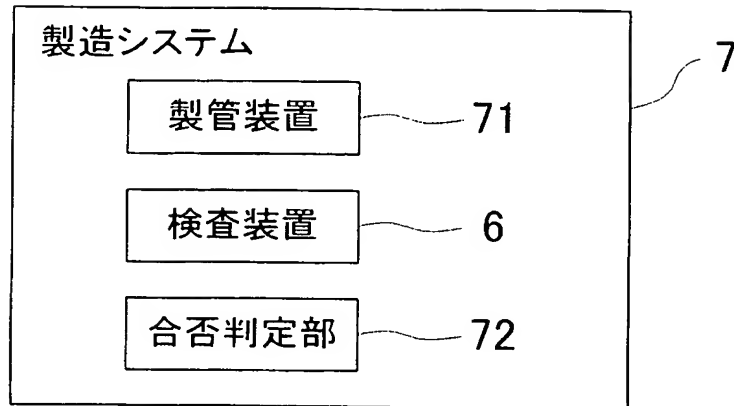
【図 20】



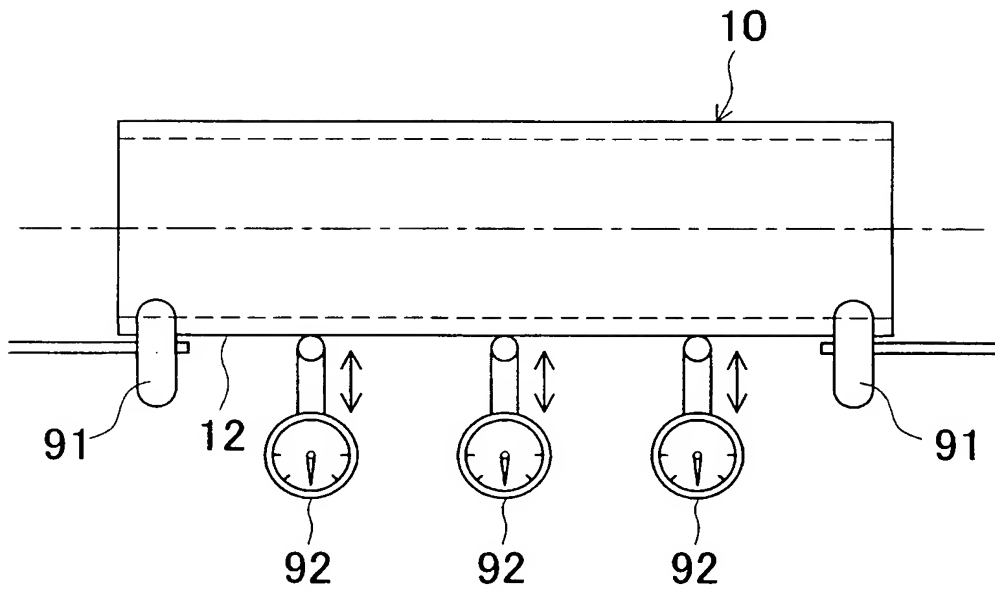
【図 21】



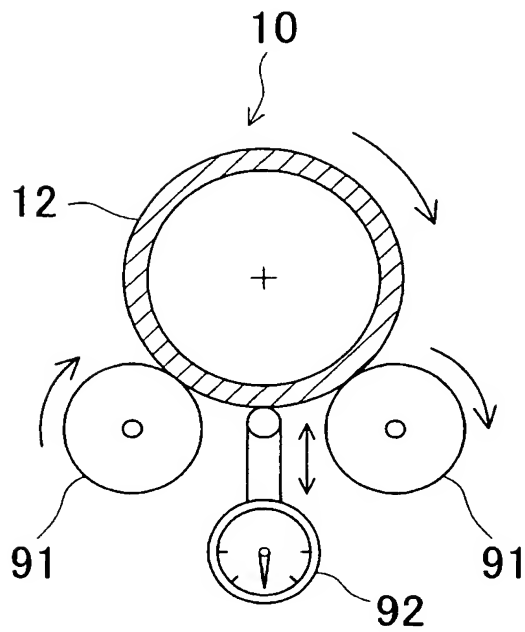
【図 2 2】



【図 2 3】



【図 24】



【書類名】 要約書

【課題】 簡素にかつ高い精度で管体 1 0 の形状を測定する。

【解決手段】 管体 1 0 の両側端部近傍の内周面 1 1 に一对の基準部 2 0 , 2 0 を当接させ、前記基準部 2 0 , 2 0 の位置を固定した状態で、前記管体 1 0 と前記基準部 2 0 , 2 0 との当接部分が前記管体 1 0 の内周面 1 1 上で周方向にずれていくように前記管体 1 0 を回転させ、前記管体 1 0 の外側であって、前記管体 1 0 の周方向について固定された少なくとも 1 の位置 3 1 …, 3 2 …において、前記管体 1 0 の回転に伴う前記管体 1 0 の外周面 1 2 の半径方向の変位量を検出する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 6 6 . 6 5 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 0 0 4]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 港 区 芝 大 門 1 丁 目 1 3 番 9 号

氏 名

昭 和 電 工 株 式 会 社